

**CARACTERIZACIÓN DE LA RED VIAL DE LOS MUNICIPIOS DE ALMEIDA,  
CHIVOR, GUAYATÁ Y SOMONDOCO**

**NELSON JAVIER VARGAS CRUZ**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE TRANSPORTE Y VÍAS  
TUNJA  
2018**

**CARACTERIZACIÓN DE LA RED VIAL DE LOS MUNICIPIOS DE ALMEIDA,  
CHIVOR, GUAYATÁ Y SOMONDOCO**

**NELSON JAVIER VARGAS CRUZ**

**TRABAJO DE GRADO EN LA MODALIDAD DE PRÁCTICA CON PROYECCIÓN  
EMPRESARIAL, REALIZADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO EN  
TRANSPORTE Y VÍAS**

**DIRECTOR**

**ING. ESP. DIEGO ANDRÉS SUÁREZ GÓMEZ**

**CODIRECTOR**

**ING. LEONARDO PLAZAS VERGEL**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE TRANSPORTE Y VÍAS**

**TUNJA**

**2018**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

**Tunja Boyacá, 21 de Mayo de 2018**

La autoridad científica de la facultad de ingeniería reside en ella misma, por tanto,  
no responde por las opiniones expresas en este trabajo de grado.  
Se autoriza su uso y reproducción indicando su origen.

## **DEDICATORIA**

A mi mamita por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor y apoyo incondicional. Gracias por siempre creer en mí.

A mi padre por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mis hermanos Carlos, Miguel y Rafael por su cariño, compañía y por ser siempre ese gran apoyo y fortaleza en todo momento.

A mi familia que siempre estuvo apoyándome en esos momentos difíciles a largo de esta maravillosa etapa, en especial para mi Tía Claudia, Tío Juancho, Padrino Juan, Prima Johanita y Padrino Oscar.

Nelson Javier Vargas Cruz

## **AGRADECIMIENTOS**

A Diego Andrés Suárez Gómez, Ingeniero en Transporte y Vías, Especialista en Tránsito y Transporte y Director del proyecto de grado, por su acompañamiento constante en el desarrollo de este proceso académico, por sus enseñanzas, interés, sencillez y trato amigable.

A la Gobernación de Boyacá, por brindarme la oportunidad de desarrollar la práctica con proyección empresarial. Mención especial a Diego Alfredo Barón Sanabria, Ingeniero en Transporte y Vías, Profesional Universitario de la Secretaría de Infraestructura Pública de Boyacá, por su disposición y cooperación en la ejecución del proyecto.

A Gonzalo Pérez Buitrago, Ingeniero en Transporte y Vías, Magister en Vías Terrestres, por sus observaciones y aportes útiles en la orientación del proyecto de grado.

A Edgar Arnaldo Calderón Malagón, Ingeniero en Transporte y Vías, Especialista en Infraestructura Vial, por sus observaciones y aportes útiles en la orientación del proyecto de grado.

## TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN .....	14
1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	16
1.1. LOCALIZACIÓN.....	16
1.2. ÁREA DE INFLUENCIA .....	19
1.2.1. Municipio de Almeida .....	19
1.2.2. Municipio de Chivor .....	21
1.2.3. Municipio de Guayatá .....	23
1.2.4. Municipio de Somondoco.....	25
1.3. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO .....	27
1.3.1. Etapa 1: Revisión de normativa y manuales para regulación del Plan Vial Departamental (PVD).....	27
1.3.2. Etapa 2: Recopilación de la información .....	29
1.3.3. Etapa 3: Tratamiento de la información .....	29
1.3.4. Etapa 4: Resultados y análisis .....	30
2. MARCO PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO .....	31
2.1. PLAN VIAL DEPARTAMENTAL (PVD).....	31
2.2. LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS SIG.....	35
2.3. METODOLOGÍA GENERAL PARA REPORTAR LA INFORMACIÓN AL SISTEMA INTEGRAL NACIONAL DE INFORMACIÓN DE CARRETERAS (SINC) .....	36
2.4. POTENCIAL DE PELIGROSIDAD .....	36
2.4.1. Seguridad vial .....	37

2.4.2. Metodología iRAP .....	37
2.4.3. Metodología VIZIR .....	38
3. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	40
3.1. RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	40
3.2. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	41
3.2.1. Actualización y verificación de las fichas PVD .....	41
3.2.2. Corrección topológica .....	46
3.2.3. Potencial de peligrosidad .....	47
3.2.4. Mapas geográficos y temáticos.....	52
4. RESULTADOS Y ANÁLISIS OBTENIDOS .....	53
4.1. VERIFICACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LAS FICHAS TÉCNICAS DEL PVD .....	53
4.1.1. Verificación de las fichas PVD .....	53
4.1.2. Actualización de las fichas PVD.....	55
4.2. PRIORIZACIÓN DE LAS VÍAS SECUNDARIAS Y Terciarias de los Municipios de Almeida, Chivor, Guayatá y Somondoco .....	58
4.3. POTENCIAL DE PELIGROSIDAD.....	61
4.4. MAPAS GEOGRÁFICOS Y TEMÁTICOS DE LA ZONA EN ESTUDIO .....	67
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	69
5.1. CONCLUSIONES .....	69
5.2. RECOMENDACIONES .....	71
6. BIBLIOGRAFÍA .....	72



## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Red vial del municipio de Almeida a cargo del departamento.....	20
Tabla 2. Red vial del municipio de Chivor a cargo del departamento .....	22
Tabla 3. Red vial del municipio de Guayatá a cargo del departamento .....	24
Tabla 4. Red vial del municipio de Somondoco a cargo del departamento .....	26
Tabla 5. Clasificación de la red vial de Colombia y tipo de administración .....	32
Tabla 6. Clasificación de la red vial de Boyacá, administración y longitud según superficie de rodadura .....	34
Tabla 7. Red vial a cargo del Departamento de Boyacá de los municipios en estudio .....	35
Tabla 8. Resumen información recopilada durante el proyecto .....	40
Tabla 9. Valoración para el tipo de terreno .....	49
Tabla 10. Valoración para los sitios críticos de inestabilidad .....	50
Tabla 11. Valoración respecto a la cantidad de sitios críticos con inestabilidad ....	50
Tabla 12. Valoración para las sedes educativas.....	51
Tabla 13. Rango de sensibilidad del potencial de peligrosidad .....	51
Tabla 14. Resumen de la verificación de la información del PVD.....	54
Tabla 15. Resumen de la actualización de la información del PVD .....	55
Tabla 16. Distribución red vial de los municipios en estudio .....	57
Tabla 17. Eje estratégico de los municipios en estudio .....	58
Tabla 18. Resumen del procesamiento de la información .....	62
Tabla 19. Resultados del potencial de peligrosidad.....	64
Tabla 20. Resumen del potencial de peligrosidad de los municipios en estudio ...	66

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización general municipios de estudio.....	18
Figura 2. Red vial del municipio de Almeida a cargo del departamento .....	20
Figura 3. Red vial del municipio de Chivor a cargo del departamento .....	22
Figura 4. Red vial del municipio de Guayatá a cargo del departamento .....	24
Figura 5. Red vial del municipio de Somondoco a cargo del departamento .....	26
Figura 6. Red vial municipios de interés para posterior corrección topológica .....	46
Figura 7 Mapa geográfico y temático del potencial de peligrosidad.....	68

## LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Grafica 1. Red vial de Colombia según administración.....	33
Grafica 2. Red vial del departamento de Boyacá según administración .....	34
Grafica 3. Porcentaje de red vial departamental según su orden y estado de tramo .....	54
Grafica 4. Porcentaje de red vial departamental según su orden y estado de tramo .....	56
Grafica 5. Distribución red vial de los municipios en estudio .....	57
Grafica 6. Potencial de peligrosidad municipios en estudio .....	66

## **LISTA DE ANEXOS**

### **(MEDIO DIGITAL)**

#### **Anexo A. Fichas Plan Vial Departamental (PVD)**

Ficha No. 1 Red Vial

Ficha No. 2 Conectividad

Ficha No. 3 Relación costo Ton-Km

Ficha No. 4 División política

Ficha No. 5 Zonas de riesgo municipal

Ficha No. 6 Vías en zonas de riesgo

Ficha No. 7 Zonas turísticas

Ficha No. 8 Vías en zonas turísticas

Ficha No. 9 Áreas de desarrollo ejes viales del departamento

Ficha No. 10 Dotaciones de infraestructura

Ficha No. 11 Priorización de tramos y factores de ajuste

#### **Anexo B. Mapas geográficos y temáticos**

Mapa No. 1 Municipios en estudio

Mapa No. 2 División política municipio de Almeida

Mapa No. 3 División política municipio de Chivor

Mapa No. 4 División política municipio de Guayatá

Mapa No. 5 División política municipio de Somondoco

Mapa No. 6 Red vial a cargo del departamento

Mapa No. 7 Geología

Mapa No. 8 Sitios turísticos

Mapa No. 9 Red vial a cargo del departamento y sitios turísticos

Mapa No. 10 Títulos mineros contrato de concesión

Mapa No. 11 Hidrografía  
Mapa No. 12 Zonas de riesgo  
Mapa No. 13 Red vial en zonas de riesgo  
Mapa No. 14 Potencial de peligrosidad

#### Anexo C. Shapefile para mapas geográficos y temáticos

Shapefile No. 1 Municipios en estudio  
Shapefile No. 2 División política municipio de Almeida  
Shapefile No. 3 División política municipio de Chivor  
Shapefile No. 4 División política municipio de Guayatá  
Shapefile No. 5 División política municipio de Somondoco  
Shapefile No. 6 Red vial a cargo del departamento  
Shapefile No. 7 Geología  
Shapefile No. 8 Hidrología  
Shapefile No. 9 Sitios turísticos  
Shapefile No. 10 Títulos mineros  
Shapefile No. 11 Zonas de riesgo  
Shapefile No. 12 Potencial de peligrosidad

## INTRODUCCIÓN

Debido a que el departamento de Boyacá debe mantener actualizado el inventario de la red vial que tiene a su cargo, con el apoyo del Gobierno Nacional mediante el plan vial departamental y a fin de permitir mejorar competitivamente la interacción entre redes viales, mercados locales y zonas productivas, se pretende otorgar un documento guía actualizado con el cual contar para la evaluación de la infraestructura vial y de esta manera poder tomar decisiones adecuadas respecto a cómo se deben intervenir estos tramos viales a fin de definir la mejor técnica ya sea mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción.

El plan vial departamental pretende una mejor destinación de los recursos, con esto se permite invertir eficientemente en la red vial secundaria y terciaria prioritaria en la región y propone los mecanismos más adecuados para su implementación, con lo cual se requiere mejorar la conectividad entre redes viales, áreas productivas y mercados regionales, nacionales e internacionales.

En respuesta a lo anterior y a los requerimientos de la Resolución N°0001067 del 2015, bajo el convenio específico de cooperación N° 0060 de 2014 celebrado entre la Gobernación de Boyacá y la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, se realiza el proceso de apoyo técnico en la caracterización de la red vial de los municipios de Almeida, Chivor, Guayatá y Somondoco de la provincia de Oriente. Cabe resaltar que el apoyo técnico consta básicamente del procesamiento de la información actualizada proporcionada tanto por los municipios en estudio como por parte de la Gobernación de Boyacá, por lo que no se realiza toma de información en las vías de los municipios mencionados anteriormente.

Las fuentes de información son competencia de cada uno de los municipios en estudio. Debido a esto, se partirá de que la información proporcionada por los municipios es confiable y precisa, así como de responsabilidad de los mismos, por

tanto, la información generada con base en esta tendrá el mismo nivel de confiabilidad.

Se llevó a cabo el proceso de verificación y actualización de la información secundaria entregada por parte de la Gobernación y los municipios en estudio, para diligenciar las fichas técnicas del Plan Vial Departamental (PVD) de los municipios de Almeida, Chivor, Guayatá y Somondoco, se realizó la caracterización de la red vial departamental secundaria y terciaria de los municipios en estudio, donde se identificaron las vías dependiendo de su categoría, y se representaron mediante mapas geográficos y temáticos y se desarrolló un potencial de peligrosidad en el que se evaluaron variables que conlleven a mejorar las condiciones de seguridad vial, para así determinar los puntos críticos en materia de siniestros viales en la red a cargo del departamento en los municipios a estudiar.

El documento cuenta con cinco capítulos en los que se expone de forma precisa el desarrollo del proyecto. En el capítulo uno se establece la localización de la zona de interés y la metodología para el desarrollo del proyecto con base en lo propuesto en la actualización del PVD de los municipios en estudio. En el capítulo dos se realiza la consulta de las bases teóricas para el desarrollo del proyecto. En el capítulo tres se exponen el procesamiento de la información, los diferentes elementos y factores que influyen en la recopilación de la información de los distintos archivos entregados por parte de la Gobernación de Boyacá y los municipios en estudio. El capítulo cuatro muestra los resultados y análisis obtenidos a partir del procesamiento de la información. Finalmente, en el capítulo cinco se listan las conclusiones y recomendaciones generales del proyecto.

## **1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto consiste en la caracterización y actualización de la red vial para los municipios de Almeida, Chivor, Guayatá y Somondoco; para de esta manera, implementar con la metodología del plan vial departamental un consolidado y realizar unos mapas geográficos y temáticos con las características de los municipios en estudio.

### **1.1. LOCALIZACIÓN**

Se presenta a continuación el área de estudio partiendo de una breve reseña del departamento de Boyacá; seguida de la descripción de cada uno de los municipios en estudio.

El departamento de Boyacá está situado en el centro-este del país, atravesado por la cordillera oriental de los Andes; localizado entre los 04°39'10" y los 07°03'17" de latitud norte y los 71°57'49" y los 74°41'35" de longitud oeste. Cuenta con una superficie de 23.189 Km<sup>2</sup>, lo que representa el 2,03 % del territorio nacional. Limita por el norte con los departamentos de Santander y Norte de Santander, por el este con Arauca y Casanare, por el sur con Cundinamarca y una pequeña parte del Meta, y por el oeste con Antioquia y Caldas<sup>1</sup>.

El Departamento de Boyacá está conformado por 123 municipios, incluida su capital Tunja, se agrupa en 13 provincias, las cuales son: Centro, Gutiérrez, La Libertad, Lengupá, Márquez, Neira, Norte, Occidente, Oriente, Ricaurte, Sugamuxi, Tundama y Valderrama. Según proyecciones del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) del censo 2005, el Departamento de Boyacá a 2018 tendrá una

---

<sup>1</sup> BOYACÁ, ASAMBLEA DEL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ. Ordenanza número 007 de 2016. Por la cual se adopta el plan departamental de desarrollo de Boyacá – Creemos en Boyacá, tierra de paz y libertad 2016-2019, Anexo 1, Diagnóstico general de Boyacá. Diario oficial. Tunja, 31 de mayo de 2016.



población de 1'282.063 habitantes de los cuales el 57,94% se encuentran ubicados en el sector urbano y el restante en el sector rural. Se proyecta que para el período 2016-2019 presente una tasa de crecimiento lento y sostenido de 0,32 y una densidad poblacional de 54,57 habitantes por kilómetro cuadrado.

El departamento se encuentra situado en la región andina del territorio colombiano conformado por una variedad topográfica y diversidad de climas comprende un rico y extenso territorio con gran diversidad de flora y fauna. La economía boyacense está basada principalmente en la producción agrícola y ganadera, también actividades industriales, comercio, turismo y explotación de minerales. Por otra parte, se tienen actividades de artesanías prominente y de cultivos tipo invernadero, asociados al comercio internacional<sup>2</sup>.

El producto interno bruto departamental con relación al nacional es de aproximadamente 3% y es generado principalmente por actividades agrícolas, mineras y de servicios<sup>3</sup>. A pesar de su amplia estructura productiva, la participación del departamento dentro de las cuentas nacionales es reducida. Como autoridades ambientales, se encuentran la Corporación Autónoma Regional de Boyacá “CORPOBOYACA”; Corporación Autónoma Regional de Chivor “CORPOCHIVOR”, Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía “CORPORINOQUIA” y la Corporación Autónoma Regional “CAR”.

La provincia de Oriente está compuesta por 8 municipios, los cuales tienen a Guateque como capital de la provincia y como autoridad ambiental CORPOCHIVOR. Los municipios en estudio a los cuales se les realizó la actualización del plan vial de su red secundaria y terciaria a cargo del departamento fueron: Almeida, Chivor, Guayatá y Somondoco. En la Figura 1, se observa la

---

<sup>2</sup> REINA, Yuri y RAMÍREZ, Karen. Boyacá un contraste entre competitividad, desempeño económico y pobreza. Documentos de trabajo sobre economía regional. Centro de Estudios Económicos Regionales (CEER) - Cartagena. Banco de la república ISSN 1692 – 3715 Núm. 245 Colombia 2016

<sup>3</sup> ibid.

localización de la provincia de oriente y los respectivos municipios en estudio comprendidos dentro del departamento de Boyacá.

Figura 1. Localización general municipios de estudio



Fuente: Elaboración propia a partir Plan Vial Departamental (PVD) de la Gobernación de Boyacá

## **1.2. ÁREA DE INFLUENCIA**

### **1.2.1. Municipio de Almeida**

El municipio de Almeida limita por el norte con los municipios de Garagoa y Macanal, por el sur con Chivor y Guayatá, por el este con Macanal y Santa María y por el oeste con Somondoco. Su extensión aproximada es de 57,98 Km<sup>2</sup>, de los cuales 0,13 Km<sup>2</sup> se consideran urbanos. Se encuentra a 125 Km de Tunja (capital del departamento) y a 142 Km de Bogotá D.C. (capital de la nación)<sup>4</sup>.

El municipio está conformado por 9 veredas. Según el DANE, la población total de Almeida en 1993 fue de 3.837 habitantes, en 2005 de 2.294 y la proyección para el año 2018 es de 1.314 habitantes, de los cuales el 16,43% residen en el sector urbano y el restante en el sector rural.

La economía de los habitantes del municipio está sustentada en las actividades agropecuarias que se implementan en las nueve veredas, como única fuente generadora de ingresos para el sector campesino; mediante cultivos tradicionales en mínima producción dedicados a sustentar la compra de otros alimentos básicos de la canasta alimenticia. La ganadería cuenta con un 60 % de la actividad campesina y la agricultura cuenta con un 35 % de la participación, con cultivos transitorios como lo son tomate, frijol, maíz, caña miel entre los principales<sup>5</sup>.

Teniendo en cuenta la información suministrada por la Gobernación de Boyacá, el municipio posee una red de vías a cargo del departamento, las cuales son de segundo y tercer orden, se encuentran con una capa de rodadura en afirmado, en

---

<sup>4</sup> COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 152 (15, julio, 1994). Acuerdo número 009 de 2012. Por el cual se adopta el plan de desarrollo del Municipio de Almeida, Boyacá, para el periodo 2012 – 2015 y se dictan otras disposiciones.

<sup>5</sup> Sitio oficial de Almeida en Boyacá. Nuestro municipio, información general [en línea] [http://www.almeida-boyaca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.almeida-boyaca.gov.co/informacion_general.shtml) [citado el 20 de febrero de 2018]

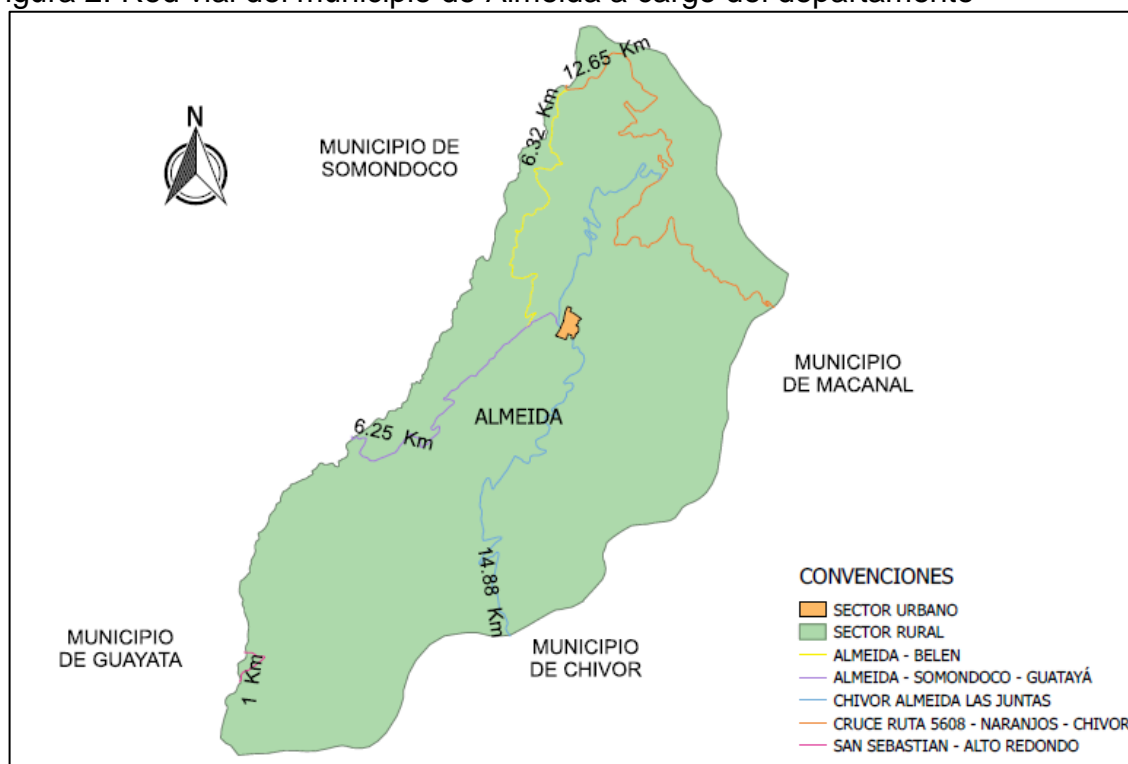
regular estado y presentan una extensión de 41,10 kilómetros. La red vial conecta con otros municipios y la capital del país (red vial inventariada en el SIG a cargo del departamento de Boyacá). A continuación, en la Tabla 1 se presenta un resumen de la red vial departamental que integra la red vial del municipio y posteriormente la Figura 2 ilustrando dicha información:

Tabla 1. Red vial del municipio de Almeida a cargo del departamento

NOMBRE DE LA VIA	LONGITUD (Km)
CHIVOR ALMEIDA LAS JUNTAS	14,88
ALMEIDA - SOMONDOCO - GUATAYÁ	6,25
SAN SEBASTIAN - ALTO REDONDO	1,00
ALMEIDA - BELEN	6,32
CRUCE RUTA 5608 - NARANJOS - CHIVOR	12,65
<b>TOTAL</b>	<b>41,10</b>

Fuente: Elaboración propia a partir Plan Vial Departamental (PVD) de la Gobernación de Boyacá

Figura 2. Red vial del municipio de Almeida a cargo del departamento



Fuente: Elaboración propia a partir Plan Vial Departamental (PVD) de la Gobernación de Boyacá

### 1.2.2. Municipio de Chivor

El municipio de Chivor limita por el norte con los municipios de Almeida y Macanal, por el sur con Ubalá (Cundinamarca), por el este con Santa María y por el oeste con Guayatá y el departamento de Cundinamarca. Su extensión aproximada es de 103 Km<sup>2</sup>, de los cuales 0,096 Km<sup>2</sup> se consideran urbanos. Se encuentra a 215 Km de Tunja (capital del departamento)<sup>6</sup>.

El municipio está conformado por 14 veredas. Según el DANE, la población total de Chivor en 1993 fue de 3.448 habitantes, en 2005 de 2.232 y la proyección para el año 2018 es de 1.393 habitantes, de los cuales el 39,30% residen en el sector urbano y el restante en el sector rural.

Se ha diagnosticado siempre que este municipio tiene en su mayoría una vocación de explotación económica sustentada en la minería, sin embargo, las familias residentes del sector rural, tienen actividades agropecuarias de subsistencia con cultivos tradicionales, especies menores y pequeña ganadería doble propósito<sup>7</sup>.

Teniendo en cuenta la información suministrada por la Gobernación de Boyacá, el municipio posee una red de vías a cargo del departamento, las cuales son de segundo y tercer orden, se encuentran con una capa de rodadura en afirmado, en regular estado y presentan una extensión de 38,05 kilómetros, que conecta con otros municipios y la capital del país (red vial inventariada en el SIG a cargo del departamento de Boyacá). A continuación, en la Tabla 2 se presenta un resumen de la red vial departamental que integra la red vial del municipio y posteriormente la Figura 3 ilustrando dicha información:

---

<sup>6</sup> COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 152 (15, julio, 1994). Acuerdo número 018 de 2012. Por el cual se adopta el plan de desarrollo del Municipio de Chivor, Boyacá, para el periodo 2012 – 2015 y se dictan otras disposiciones.

<sup>7</sup> Sitio oficial de Chivor en Boyacá. Nuestro municipio, información general [en línea] [http://www.chivor-boyaca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.chivor-boyaca.gov.co/informacion_general.shtml) [citado el 20 de febrero de 2018]

Tabla 2. Red vial del municipio de Chivor a cargo del departamento

NOMBRE DE LA VIA	LONGITUD (Km)
CHIVOR - SINAI - SALTO DEL ALIMENTO - TERRAPLÉN	17,50
CHIVOR -ALMEIDA LAS JUNTAS	12,64
CHIVOR - LOS ALPES	7,91
<b>TOTAL</b>	<b>38,05</b>

Fuente: Elaboración propia a partir Plan Vial Departamental (PVD) de la Gobernación de Boyacá

Figura 3. Red vial del municipio de Chivor a cargo del departamento



Fuente: Elaboración propia a partir Plan Vial Departamental (PVD) de la Gobernación de Boyacá

### 1.2.3. Municipio de Guayatá

El municipio de Guayatá limita por el norte con el municipio de Guateque, por el este con Somondoco y Chivor, por el oeste con Manta (Cundinamarca) y por el sur con Gachetá y Ubalá (Cundinamarca). Su extensión aproximada es de 112 Km<sup>2</sup>, de los cuales 2,66 Km<sup>2</sup> se consideran urbanos. Se encuentra a 129 Km de Tunja (capital del departamento)<sup>8</sup>.

El municipio está conformado por 29 veredas. Según el DANE, la población total de Chivor en 1993 fue de 11.254 habitantes, en 2005 de 6.368 y la proyección para el año 2018 es de 3.436 habitantes, de los cuales el 19,12% residen en el sector urbano y el restante en el sector rural.

La economía del municipio es básicamente agropecuaria, se distinguen dos zonas: una al norte (parte baja) agrícola y la otra al sur ganadera. En el sector agrícola se cultiva principalmente maíz, arracacha, plátano, yuca, frijol, papa, café, ahuyama, calabaza, arveja y frutales diversos. Están distribuidas de acuerdo a las zonas habitadas en el municipio, en cada microcuenca<sup>9</sup>.

Teniendo en cuenta la información suministrada por la Gobernación de Boyacá, el municipio posee una red de vías a cargo del departamento, las cuales son de segundo y tercer orden, se encuentran con una capa de rodadura en afirmado, en regular estado y presentan una extensión de 51,27 kilómetros, que conecta con otros municipios y la capital del país (red vial inventariada en el SIG a cargo del departamento de Boyacá). A continuación, en la Tabla 3 se presenta un resumen

---

<sup>8</sup> COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 152 (15, julio, 1994). Acuerdo número 007 de 2016. Por el cual se adopta el plan de desarrollo del Municipio de Guayatá, Boyacá, para el periodo 2016 – 2019 y se dictan otras disposiciones.

<sup>9</sup> Sitio oficial de Guayatá en Boyacá. Nuestro municipio, información general [en línea] [http://www.guayata-boyaca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.guayata-boyaca.gov.co/informacion_general.shtml) [citado el 20 de febrero de 2018]

de la red vial departamental que integra la red vial del municipio y posteriormente la Figura 4 ilustrando dicha información:

Tabla 3. Red vial del municipio de Guayatá a cargo del departamento

NOMBRE DE LA VIA	LONGITUD (Km)
GUAYATA - MANTA	7,47
GUAYATA - VOLCAN - CALICHES	6,36
GUAYATA - ESCALERAS	6,60
ALMEIDA - SOMONDOCO - SIAVITA -GUAYATÁ	7,49
GUAYATA - GUATEQUE	5,93
SOMONDOCO - RICHIA	2,10
PUENTE QBDA MINERA - FONSAQUE -LIMITES	15,32
<b>TOTAL</b>	<b>51,27</b>

Fuente: Elaboración propia a partir Plan Vial Departamental (PVD) de la Gobernación de Boyacá

Figura 4. Red vial del municipio de Guayatá a cargo del departamento



Fuente: Elaboración propia a partir Plan Vial Departamental (PVD) de la Gobernación de Boyacá



#### **1.2.4. Municipio de Somondoco**

El municipio de Somondoco limita por el norte con los municipios de Guateque y Sutatenza, por el este con Almeida y por el suroeste con Guayatá. Su extensión aproximada es de 58,7 Km<sup>2</sup>, de los cuales 0,5 Km<sup>2</sup> se consideran urbanos. Se encuentra a 129 Km de Tunja (capital del departamento)<sup>10</sup>.

El municipio está conformado por 16 veredas. Según el DANE, la población total de Chivor en 1993 fue de 5.464 habitantes, en 2005 de 4.359 y la proyección para el año 2018 es de 3.413 habitantes, de los cuales el 19% residen en el sector urbano y el restante en el sector rural.

La economía del municipio está ocupada principalmente en el casco urbano, está ubicado en el tercer renglón económico, es decir comercio y servicios, que representan más del 50 % de las actividades económicas en el municipio. El sector agrícola y ganadero son la segunda actividad con un 17,5 %, se caracteriza por tener varios cultivos en sector reducido ya que se convierte en el único medio de sustento del campesino y se destaca una diversificación en el sector pecuario<sup>11</sup>.

Teniendo en cuenta la información suministrada por la Gobernación de Boyacá, el municipio posee una red de vías a cargo del departamento, las cuales son de segundo y tercer orden, se encuentran con una capa de rodadura en afirmado, en regular estado y presentan una extensión de 45,50 kilómetros, que conecta con otros municipios y la capital del país (red vial inventariada en el SIG a cargo del departamento de Boyacá). A continuación, en la Tabla 4 se presenta un resumen

---

<sup>10</sup> COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 152 (15, julio, 1994). Acuerdo número 008 de 2012. Por el cual se adopta el plan de desarrollo del Municipio de Somondoco, Boyacá, para el periodo 2012 – 2015 y se dictan otras disposiciones.

<sup>11</sup> Sitio oficial de Somondoco en Boyacá. Nuestro municipio, información general [en línea] [http://www.somondoco-boyaca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.somondoco-boyaca.gov.co/informacion_general.shtml) [citado el 20 de febrero de 2018]

de la red vial departamental que integra la red vial del municipio y posteriormente la Figura 5 ilustrando dicha información:

Tabla 4. Red vial del municipio de Somondoco a cargo del departamento

NOMBRE DE LA VIA	LONGITUD (Km)
CRUCE RUTA 56 EL SALITRE - SOMONDOCO	5,65
SOMONDOCO - RICHA	5,61
ALMEIDA - SOMONDOCO - SIAVITA -GUAYATÁ	15,17
LAS JUNTAS - BOYA II	6,77
SAN SEBASTIAN - ALTO REDONDO	12,30
<b>TOTAL</b>	<b>45,50</b>

Fuente: Elaboración propia a partir Plan Vial Departamental (PVD) de la Gobernación de Boyacá

Figura 5. Red vial del municipio de Somondoco a cargo del departamento



Fuente: Elaboración propia a partir Plan Vial Departamental (PVD) de la Gobernación de Boyacá

### **1.3. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO**

Para el desarrollo del proyecto denominado Caracterización de la Red Vial de los municipios de Almeida, Chivor, Guayatá y Somondoco en la provincia de oriente del departamento de Boyacá, se plantea una serie de etapas para el desarrollo óptimo del proyecto. A continuación, se presentan cada una de ellas, con sus correspondientes actividades para una correcta ejecución y los resultados obtenidos en cada una, las cuales se describen en cada uno de los capítulos.

#### **1.3.1. Etapa 1: Revisión de normativa y manuales para regulación del Plan Vial Departamental (PVD)**

En esta etapa se hizo una revisión bibliográfica e infográfica de la normativa y los manuales que regula los procedimientos e información con la cual se caracteriza la red vial teniendo en cuenta principalmente: Ley 1228 de 2008 (Artículo 10), Documento del Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) número 3857, Resolución N°0001067 de 2015 del Ministerio de Transporte. Además, en esta etapa se hizo la revisión de algunas de las experiencias, conocimientos, conceptos y autores que han trabajado con anterioridad sobre el tema y la importancia de la integración de los SIG en el proyecto.

Ley 1228 de 2008. Se crea el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras "SINC" como un sistema público de información único nacional conformado por toda la información correspondiente a las carreteras a cargo de la Nación, de los departamentos, los municipios y los distritos especiales y que conformarán el inventario nacional de carreteras. En este sistema se registrarán cada una de las carreteras existentes identificadas por una serie de atributos y características tales como: su categoría, ubicación, especificaciones, extensión, puentes, poblaciones que sirven, estado de las mismas, proyectos nuevos,

intervenciones futuras y demás información que determine el Ministerio de Transporte.<sup>12</sup>

Documento del Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) número 3857. La Gobernación de Boyacá deberá seguir la política pública de los lineamientos para la gestión de la red terciaria, la cual establece que porcentaje de vías se encuentra a cargo de la nación, departamentos y municipios y como se debe proceder a realizar la caracterización y actualización de toda la red vial nacional, en donde cada departamento debe registrar dicha información ante el SINC. Dentro del mismo documento se describe como se debe elaborar el inventario de la red vial terciaria para estandarizar y sintetizar información de manera que facilite la toma de decisiones, implementar metodologías prácticas para la priorización de tramos viales a partir de análisis con base a criterios espaciales, sociales y económicos, también la recolección de información primaria, no solo con lineamientos del SINC, sino también con los del Departamento Nacional de Planeación (DNP).<sup>13</sup>

Resolución N°0001067 de 2015 del Ministerio de Transporte. Establece la metodología general para reportar la información correspondiente a carreteras señalando los archivos que cada departamento debe entregar, por ser una de las entidades obligadas a reportar información para alimentar al SINC, se enumeran las fuentes de información oficiales que deben ser utilizadas en la construcción de la información a reportar y finalmente como se debe preparar la información para su correcta presentación y en su correspondiente formato.<sup>14</sup>

---

<sup>12</sup> COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1228 (16, julio, 2008). Por la cual se determinan las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión, para las carreteras del sistema vial nacional, se crea el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras y se dictan otras disposiciones.

<sup>13</sup> Consejo Nacional de Política Económica y Social. CONPES 3857. Lineamientos de política para la gestión de la red terciaria.

<sup>14</sup> COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Resolución 1067 (23, abril, 2015). Por la cual se modifica la Resolución 1860 de 2013 y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C.

### **1.3.2. Etapa 2: Recopilación de la información**

En esta etapa se recopiló la información secundaria pertinente de fuentes oficiales de los archivos digitales suministrados por la Gobernación de Boyacá y de los municipios en estudio. Así mismo se consideraron otras fuentes de información secundaria como lo fueron la Corporación Regional de Chivor (CORPOCHIVOR), el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE), pagina web oficial de cada uno de los municipios en estudio, pagina web oficial del Ministerio de Transporte, Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RNSC), entre otras.

### **1.3.3. Etapa 3: Tratamiento de la información**

En esta etapa se procedió a la actualización y verificación de la información en las fichas del plan vial departamental, con base a información suministrada por la Gobernación de Boyacá y cada uno de los municipios en estudio. Se realizó una comparación entre la información que se recibió por parte de la Gobernación (inicial) y una vez procesada después de actualizarla con información de los municipios, (final) para mostrar en qué condiciones queda la información.

Por otra parte, se realizó la integración de los sistemas de información geográfica SIG utilizando la herramienta QGIS<sup>15</sup>, con la cual se llevó a cabo la corrección topológica. Esto se realiza a partir de información suministrada por el IGAC en representación de la Gobernación de Boyacá de los “Shapefile” de la red vial de los municipios en estudio, para lo cual se requirió hacer uso de un programa GIS de la información de red vial a una escala de 1:25.000, tomando como base las imágenes satelitales de Google y con base en esta información se generan unos mapas geográficos y temáticos de la red vial de la zona en estudio.

---

<sup>15</sup> Se eligió trabajar en Qgis ya que es un software libre, y debido a que la Gobernación no contaba con la licencia de Argis, y es un programa de fácil manejo, que facilita el procesamiento de variado conjunto de datos.

#### **1.3.4. Etapa 4: Resultados y análisis**

En esta etapa se presentan como resultados, la consolidación de las fichas del Plan Vial Departamental (PVD), la estimación de un potencial de peligrosidad y los mapas geográficos y temáticos de la red vial de los municipios en estudio. Con base en esto se realizó un análisis espacial y territorial de cada municipio para ubicarlo en el contexto de desarrollo que se encuentren y se presentó una caracterización general, física, social, demográfica, económica y espacial, con la cual se orienta a conocer sus deficiencias y problemáticas existentes relacionadas con la conexión vial existente y el desarrollo territorial. Se quiso analizar el riesgo de ocurrencia de un accidente vial, teniendo en cuenta algunas variables que afectan el comportamiento de la estructura de pavimento principalmente, para representarlo como un potencial de peligrosidad que pueda identificar los tramos viales de las zonas en estudio que generen un riesgo crítico de accidentalidad.

Finalmente se elaboró un documento desarrollando cada una de las etapas mencionadas anteriormente y presentando los resultados obtenidos.

## **2. MARCO PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO**

En este capítulo se incluyen todos los aspectos que se tienen en cuenta para la actualización del plan vial del departamento de Boyacá partiendo de temas como los sistemas de información geográficos (SIG), sistemas de información para carreteras, seguridad vial, gestión de carreteras, para obtener un potencial de peligrosidad en la red vial en estudio.

### **2.1. PLAN VIAL DEPARTAMENTAL (PVD).**

El plan vial departamental es el instrumento administrativo que le permitirá a un conjunto de municipios obtener el acompañamiento en la definición de los entornos técnicos que deberán imperar en la red y la forma de reunir recursos para la inversión en la transformación de las condiciones que limitan el nivel de servicio, por lo cual será pertinente identificar las fortalezas y debilidades de la red existente, con el propósito de reconocer las acciones e intervenciones (mantenimiento, rehabilitación, reconstrucción o generación de nuevos proyectos) que sirvan para el fortalecimiento de sus condiciones para los intereses de la región y la comunidad<sup>16</sup>.

La red vial departamental, por su función, es aquella que une cabeceras municipales entre sí o conecta a una de ellas con una vía primaria en el departamento; cumpliendo una función esencial para mejorar la competitividad y conectividad de las economías regionales.

Para reconocer la infraestructura de las carretas en el departamento de Boyacá se debe tener en cuenta en primer lugar el panorama nacional, de acuerdo con los datos que se indican en el Plan Maestro de Transporte Intermodal (PMTI) existen según el Anuario Estadístico Sector Transporte (2014), que Colombia suma 204.855

---

<sup>16</sup> COLOMBIA, Ministerio de Transporte. Metodología para la elaboración de planes viales regionales o provinciales. Bogotá D.C. Diciembre de 2016.

Km de la red total de carreteras, con un porcentaje pavimentado inferior al 7% y en dobles calzadas 1.475 km. El mismo documento indica que el país tiene una densidad de vías pavimentadas de 1,9 Km / 100 Km<sup>2</sup>, menor al promedio de América Latina (2,5 Km / 100 Km<sup>2</sup>)<sup>17</sup>.

Para el año 2015 se tiene que, de los 204.855 Km de red vial total del país, 11.194 Km son de la red primaria a cargo del Instituto Nacional de Vías (INVIAS) y 6.240 Km concesionadas a cargo de la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI). Las vías secundarias y terciarias suman 187.421 Km, están conformadas por carreteras que se articulan con la red primaria, donde el 85% se encuentra a cargo de las entidades territoriales y el porcentaje restante está a cargo del INVIAS<sup>18</sup>. A continuación, se muestra la Tabla 5 con el resumen de la red vial de Colombia según su categoría y tipo de administración, posteriormente la Gráfica 1 de la red vial según su administración:

Tabla 5. Clasificación de la red vial de Colombia y tipo de administración

<b>RED DE CARRETERAS</b>	<b>LONGITUD (Km)</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
Primarias INVIAS	11.194	5,46
Concesionadas ANI	6.240	3,05
Secundarias y terciarias departamentos	59.096	28,85
Secundarias y terciarias municipios	100.748	49,18
Secundarias y terciarias INVIAS	27.577	13,46
<b>Total</b>	<b>204.855</b>	<b>100,00</b>

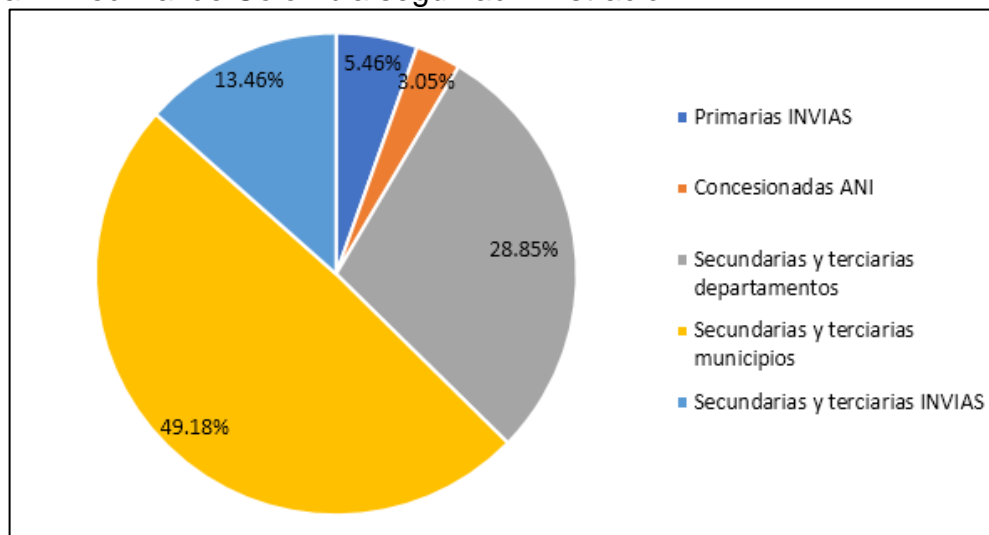
Fuente: Elaboración propia a partir de Plan Departamental de desarrollo de Boyacá

<sup>17</sup> COLOMBIA, Ministerio de Transporte, oficina asesora de planeación – informe de gestión 2015

<sup>18</sup> BOYACÁ, ASAMBLEA DEL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ. Ordenanza número 007 de 2016. Por la cual se adopta el plan departamental de desarrollo de Boyacá – Creemos en Boyacá, tierra de paz y libertad 2016-2019, Anexo 6, Transversalidad: infraestructura para transporte y logística. Diario oficial. Tunja, 31 de mayo de 2016.



Grafica 1. Red vial de Colombia según administración



Fuente: Elaboración propia a partir de Plan Departamental de desarrollo de Boyacá

Para el año 2015 se consideró que el departamento de Boyacá, contaba con una extensa red vial que ofrecía cobertura a un alto porcentaje del territorio especialmente en el área rural, con una longitud aproximada de 9.350 Km, de los cuales 1.025,60 Km eran de la red primaria y 2.611,89 Km eran de red terciaria a cargo del INVIAS. La longitud total de red vial a cargo del Departamento de Boyacá es de 5.711 kilómetros aproximadamente, de los cuales 2.436 Km corresponde a vías secundarias (43%) y 3.275 Km son vías terciarias (57%)<sup>19</sup>. A continuación, se presenta la Tabla 6 con las vías secundarias y terciarias del departamento describiéndolas de acuerdo a su categoría, tipo de administración y longitud según superficie de rodadura, posteriormente se presenta la Gráfica 2 con la red vial del departamento según su administración.

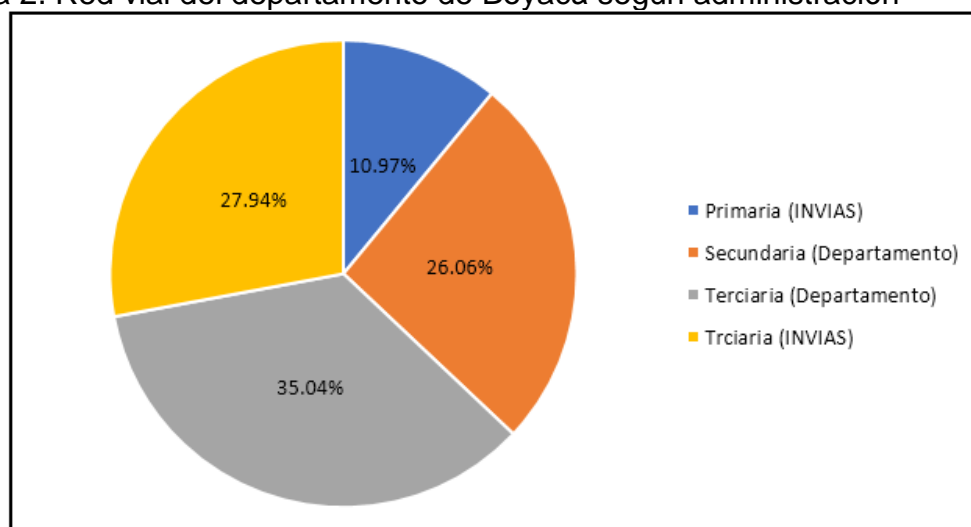
<sup>19</sup> BOYACÁ, ASAMBLEA DEL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ. Ordenanza número 007 de 2016. Por la cual se adopta el plan departamental de desarrollo de Boyacá – Creemos en Boyacá, tierra de paz y libertad 2016-2019, Anexo 6, Transversalidad: infraestructura para transporte y logística. Diario oficial. Tunja, 31 de mayo de 2016.

Tabla 6. Clasificación de la red vial de Boyacá, administración y longitud según superficie de rodadura

CATEGORÍA	LONGITUD SEGÚN SUPERFICIE DE RODADURA		TOTAL	PORCENTAJE (%)
	PAVIMENTO	AFIRMADO		
Primaria (INVIAS)	755,95	269,65	1.025,60	10,97
Secundaria (Departamento)	637,90	1.798,00	2.435,90	26,06
Terciaria (Departamento)	26,35	3.249,00	3.275,35	35,04
Terciaria (INVIAS)	0,00	2.611,89	2.611,89	27,94
<b>Total</b>	<b>1.420,20</b>	<b>7.928,54</b>	<b>9.348,74</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de Plan Departamental de desarrollo de Boyacá

Grafica 2. Red vial del departamento de Boyacá según administración



Fuente: Elaboración propia a partir de Plan Departamental de desarrollo de Boyacá

Para el año 2015 con respecto a la provincia de oriente, se tiene que la longitud de red vial secundaria es de 124,80 Km y de red vial terciaria es de 209,45 Km, la cual es administrada por el departamento<sup>20</sup>. Se presenta a continuación la Tabla 7 con el resumen de la red secundaria y terciaria a cargo del departamento en la provincia de oriente de los municipios en estudio:

<sup>20</sup> BOYACÁ, ASAMBLEA DEL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ. Ordenanza número 007 de 2016. Por la cual se adopta el plan departamental de desarrollo de Boyacá – Creemos en Boyacá, tierra de paz y libertad 2016-2019, Anexo 6, Transversalidad: infraestructura para transporte y logística. Diario oficial. Tunja, 31 de mayo de 2016.

Tabla 7. Red vial a cargo del Departamento de Boyacá de los municipios en estudio

MUNICIPIO	ORDEN	LONGITUD (Km)
ALMEIDA	SEGUNDO	36,02
	TERCER	6,34
CHIVOR	SEGUNDO	30,11
	TERCER	9,42
GUAYATÁ	SEGUNDO	13,68
	TERCER	38,62
SOMONDOCO	SEGUNDO	20,83
	TERCER	24,70

Fuente: Elaboración propia a partir de Fichas Plan Vial Departamental de la Gobernación de Boyacá

La red vial nacional se encuentra en un 49,18% administrada por los municipios y es de orden secundaria y terciaria, a nivel departamental presenta un dominio la red vial terciaria en afirmado, la provincia de Oriente con los municipios estudiados representa un considerable porcentaje en cuanto a red secundaria.

## 2.2. LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS SIG

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) es una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión<sup>21</sup>. Los SIG nos permiten hacer un análisis exhaustivo del territorio en los ámbitos más diversos. Son herramientas versátiles, con un amplio campo de aplicación en cualquier actividad que conlleve un componente espacial.

<sup>21</sup> SITJAR SUÑER, JOSEP. Los sistemas de información geográfica al servicio de la sociedad. Tecnología de la información geográfica. Universidad Politécnica de Catalunya. España. 2009

Un SIG permite relacionar cualquier tipo de dato con una localización geográfica, esto quiere decir que en un solo mapa el sistema muestra la distribución de recursos, edificios, poblaciones, entre otros datos de los municipios, departamentos, regiones o todo un país. Los SIG están diseñados para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar la información de todas las formas posibles de manera lógica y coordinada.

### **2.3. METODOLOGÍA GENERAL PARA REPORTAR LA INFORMACIÓN AL SISTEMA INTEGRAL NACIONAL DE INFORMACIÓN DE CARRETERAS (SINC)**

El ministerio de transporte en representación de la Nación, optó por apropiarse una metodología a nivel nacional para integrar la información de las carreteras. Por lo cual se tiene un sistema de gestión de carreteras para proporcionar los datos y herramientas necesarias que permitan el conocimiento de las características de una red de carreteras, con esto se pretende una política de toma de decisiones acorde con las necesidades que se requieran en su momento ya sean de mantenimiento o mejoramiento de la red de carreteras. En Colombia se implementó una metodología para reportar la información al Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras (SINC). La información que se debe presentar para esta metodología rige lo dispuesto en la resolución 1067 de 2015.

### **2.4. POTENCIAL DE PELIGROSIDAD**

Para abordar este tema se tienen en cuenta aspectos como la seguridad vial, la metodología iRAP, metodología VIZIR, para tener conceptos para la evaluación de una carretera y las posibles variables que pueden interferir en los aspectos de la accidentalidad presente en los tramos de las zonas de estudio.

### **2.4.1. Seguridad vial**

La seguridad vial se define como el conjunto de acciones, mecanismos, maniobras y medidas orientadas a la prevención de accidentes de tránsito, disminuir los efectos de los mismos, con el propósito de proteger la vida de los usuarios en las vías. En Colombia se ha convertido en una prioridad de la política pública. El reto de cada gobierno es reducir las cifras de fatalidad a medida que transcurren los años, un reto muy complejo que involucra infraestructura segura, equipos y vehículos de calidad lo que permita un sistema más seguro y un comportamiento adecuado de los usuarios que interactúan en la vía<sup>22</sup>.

Debido a que se debe mejorar la seguridad vial, los campos prioritarios a evaluar ordenados por criterio de prelación son: el factor infraestructura, aspectos institucionales y normativos, el factor humano y el vehículo<sup>23</sup>. Se pretende desarrollar un potencial de peligrosidad evaluando las características de la infraestructura, en cuanto al estado de su capa de rodadura, teniendo en cuenta los daños que se presenten a lo largo del tramo a evaluar, adicionalmente se evaluará el tipo de terreno y centros educativos cercanos, estas variables se valorarán para obtener el indicador de sitios críticos de accidentalidad denominado potencial de peligrosidad.

### **2.4.2. Metodología iRAP**

La International Road Assessment Programme - iRAP es una entidad sin fines de lucro que colabora en asocio con Gobiernos, Banca Multilateral y ONG's para

---

<sup>22</sup> GUIO BURGOS, Juan Manuel. Evaluación de la seguridad vial en la carretera Bogotá – Sogamoso con la metodología iRAP. Trabajo de grado Ingeniero en Transporte y Vías. Tunja. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Colombia 2014.

<sup>23</sup> BANCO IBEROAMERICANO DE DESARROLLO. Diagnóstico de seguridad vial en américa latina y el caribe:2005 -2009. División de transporte. Enero 2013

evaluar vías de alto riesgo y generar planes de inversión para tener: vías más seguras, entregar capacitación, tecnología y dar seguimiento a la seguridad vial.

La idea medular de la metodología iRAP es la valoración o calificación por “estrellas” (SRS, Star Rating Score) para medir la seguridad vial de toda una red de carreteras o parte de ella. Esto proporciona una plataforma valiosa cuando no se dispone de registros sobre datos de accidentes, o cuando son inexactos o escasos<sup>24</sup>.

La aplicación de la metodología comienza con el levantamiento en video y/o fotografía de la mayor parte de los elementos de la infraestructura carretera, utilizando para ello equipo especializado que permita obtener un ángulo de visión mínimo de 150 grados y el posicionamiento GPS de cada imagen recabada. Al ir montado el equipo sobre un vehículo automotor que circula a velocidades de operación el levantamiento puede realizarse con relativa rapidez. Un equipo de inspectores o codificadores acreditados por iRAP dan lectura al levantamiento fotográfico para registrar en gabinete más de 30 diferentes atributos (características) observados en cada sección de la carretera, considerados como los más influyentes en la probabilidad de ocurrencia y la gravedad de accidentes de tránsito.<sup>25</sup>

#### **2.4.3. Metodología VIZIR**

Es una metodología de fácil aplicación, la cual establece una diferencia entre las fallas funcionales y estructurales del pavimento, esta metodología clasifica los daños o deterioros de la rodadura asfáltica en dos categorías, A y B, cuya identificación de gravedad se presenta en tablas. Las degradaciones del Tipo A caracterizan una condición estructural del pavimento. Se trata de deformaciones debidas a insuficiencia en la capacidad estructural del asfalto. Las deformaciones

---

<sup>24</sup> HURTADO, Antonio y SERNA, Margarita. Aplicación de la metodología iRAP y el software vida – iRAP en un tramo de autopista en México. Revista infraestructura vial. LanammeUCR. ISSN 2215 – 3705. Volumen 17. Número 29. México 2015. P.p. 05-12

<sup>25</sup> Ibid.

del tipo B, en su mayoría de tipo funcional, dan lugar a reparaciones que generalmente no están ligadas a la capacidad estructural del asfalto. Su origen se encuentra más bien en deficiencias constructivas que el tránsito ayuda a poner en evidencia<sup>26</sup>.

Para prolongar la vida útil de una superficie de rodadura se debe aunar en un adecuado reconocimiento, para realizar un diagnóstico y proponer una solución acorde al problema presentado. Así, por ejemplo, fallas de tipo estructural deben ser sometidas a bacheo, las áreas deben ser sometidas a un tratamiento que brinde propiedades que recuperen la superficie<sup>27</sup>.

Problemas que se manifiestan en la estructura de tipo funcional compromete factores, que exigirán un diagnóstico que comprometa aspectos de la calidad de los materiales existentes y el tránsito que se prevea para el futuro<sup>28</sup>.

Las soluciones pueden ser más complejas debido a los múltiples factores que interactúen lo cual puede llevar a la necesidad de mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción dependiendo de la severidad.

---

<sup>26</sup> SIERRA, Cristian y RIVAS, Andrés. Aplicación y comparación de las diferentes metodologías de diagnóstico para la conservación y mantenimiento del tramo PR 00+000 – PR 01+020 de la vía al llano. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil. Bogotá: Universidad Católica de Colombia. Colombia 2016.

<sup>27</sup> PINILLA VALENCIA, Julián Andrés. Auscultación, calificación del estado superficial y evaluación económica de la carretera del sector puente de la libertad – Maltería desde el K0+000 hasta el K6+000 (Código 5006). Manizales: Universidad Nacional de Colombia. Colombia 2007.

<sup>28</sup> MARRUGO MARTINEZ, Camilo Enrique. Evaluación de la metodología vizir como herramienta para la toma de decisiones en las intervenciones a realizar en los pavimentos flexibles. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada. Colombia 2014.

### 3. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

En el presente capítulo se dispone a presentar los aspectos que se tuvieron en cuenta para la obtención de la información por parte de la Gobernación de Boyacá y de los municipios en estudio y como fue el tratamiento de dicha información una vez obtenida.

#### 3.1. RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Se obtienen distintos archivos por parte de la Gobernación de Boyacá, la cual fue entregada en medio magnético y sirvió para la actualización del plan vial de los municipios en estudio. Se obtuvo también información gracias a la colaboración de los municipios en estudio, a través de sus secretarías de planeación, la gestión para dicha información se realizó vía telefónica y por correo electrónico.

La información con la cual se contó se presenta en la Tabla 8, clasificada por entidad, tipo de información y formato en el que se recibió.

Tabla 8. Resumen información recopilada durante el proyecto

ENTIDAD	TIPO DE INFORMACIÓN	FORMATO
Gobernación de Boyacá	Red vial de los municipios de Boyacá	Shapefile
	Red vial secundaria y terciaria a cargo del Departamento	
	Provincias y municipios de Boyacá	
	Sector urbano y rural de los municipios de Boyacá	
	Curvas de nivel de Boyacá	
	División política de los municipios de Boyacá	
	Zonas de riesgo (Amenaza de remoción de masa)	
	Títulos mineros de Boyacá	
	Hidrografía de Boyacá	
Secretaría de Planeación Municipal	Red vial a cargo del municipio registrada y sin registrar	Excel - Word
	Zonas de riesgo	DWG
	Sitios turísticos	Word
	Principales productos que se producen	Word
	División política de los municipios	Word

Fuente: Elaboración propia



## **3.2. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Se realizó el tratamiento de la información en las actividades de la verificación y actualización de las fichas del PVD, la corrección topológica y en la determinación del potencial de peligrosidad. Por último, se realizaron unos mapas temáticos en los que se representa dicha información.

### **3.2.1. Actualización y verificación de las fichas PVD**

Se procedió a estudiar cada una de las fichas entregadas por parte de la Gobernación de Boyacá, para su verificación y posterior actualización mayormente con información suministrada por los municipios en estudio. Se recibieron un total de treinta y siete fichas (Anexo A – Fichas PVD). A continuación, se presenta una descripción breve de cada una de las fichas y de cómo se encontraban para ser diligenciadas:

- Ficha No 1. Red vial en el departamento. Se encontró con información incompleta, sobre el registro de las vías de los municipios, en algunas las longitudes no concordaban, el estado y la localización de algunas vías estaban confusos o aparecían vías duplicadas.

Se procedió a la verificación de las vías de cada municipio, teniendo en cuenta su código, competencia (nación, departamento, municipio) orden (según Resolución 1240 de 2013), longitud, ancho de calzada, tipo de estructura (pavimento, afirmado, tierra) y estado. Se diligenciaron las vías que se encontraban sin registrar y se actualizaron las que se encontraban con información incompleta.

- Ficha No 2. Red vial departamental. Esta ficha se actualiza dependiendo de la información ingresada en la ficha anterior, en la que se encuentra la

totalidad de las vías y su administración correspondiente según los municipios de interés.

- Ficha No 3. Conectividad vial de la red secundaria. Se encontró con falta de información en filas donde se debe hacer la suma manual de la longitud total de las vías que conectan el tramo para luego obtener el indicador de conectividad.

Se verificó la conectividad de cada una de las vías departamentales con el resto de vías con las que cuenta el departamento, se procedió a calcular el índice para la red secundaria.

- Ficha No 4 – No 11. Estas fichas no aplicaban a la caracterización de los modos de transporte de los municipios de estudio, ya que en ellas se pedía información como: red ferroviaria, fluvial y embarcaderos, marítimo y cabotaje, características de cable. Así mismo estas fichas poseen otros formatos que se remiten a su descripción, por ejemplo: modo fluvial y embarcaderos, plan fluvial, seguimiento plan fluvial. Cabe destacar que en los municipios de estudio no se cuenta con ninguno de estos modos de transporte.
- Ficha No 12. Relación costo del viaje y precio de los productos que circulan por cada vía. Esta ficha se encontró sin información. En ella se piden cinco productos principales que deben salir por cada vía importante del municipio: el precio del producto por tonelada, la distancia al punto de venta y el costo total de cada uno de los productos tonelada por kilómetro.

Se diligenciaron los principales productos que se producen en los municipios en estudio y las principales vías departamentales por las cuales se movilizan estos productos, con su respectivo precio por tonelada, costo total tonelada por kilómetro

y distancia al punto de venta, esto con el fin de estimar la relación entre el costo de la carga que se moviliza por tramo de vía y un promedio de la relación de los diferentes productos transportados.

- Ficha No 13. División política del departamento (municipios). Esta ficha se encontró con alguna información diligenciada, la cual se procedió a verificar y determinar la información que se requería.

Posteriormente se procedió a la actualización de la ficha con el propósito de caracterizar los límites y división política de cada uno de los municipios en estudio.

- Ficha No 14. Zonas de riesgo a nivel municipal. Esta ficha se encontró con información sobre la probabilidad de ocurrencia de riesgos y la vulnerabilidad de los municipios en estudio, dicha información era de el plan vial de 2009.

Se procedió a la verificación y actualización de dicha información y así determinar los municipios más vulnerables, esto se realizó considerando el tipo de amenaza y la probabilidad de ocurrencia de la misma, con lo cual se obtiene un valor máximo de riesgo para cada municipio.

- Ficha No 15. Vías en zonas de riesgo. Esta ficha se encuentra sin diligenciar, se debe tener en cuenta los tramos de vías y si pasan por zonas de riesgo y la longitud del tramo que se encuentra en él.

Con base en el mapa elaborado de las zonas de riesgo, se identificaron las vías que atraviesan estas zonas y se procedió a registrarlas en la presente ficha, considerando la distancia de la vía en kilómetros afectada por la amenaza y con la cual se determina el porcentaje del tramo de vía afectado por la zona de riesgo.

- Ficha No 16. Áreas protegidas del departamento. Esta ficha se encontró con información sobre las áreas protegidas en el departamento, de acuerdo a su categoría, extensión y municipio en el que se encuentran.

Se procedió a la verificación y actualización de la información sobre las áreas protegidas de los municipios en estudio, se obtuvo información sobre las áreas protegidas ante el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP), Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RNSC) y CORPOCHIVOR.

- Ficha No 20. Zonas turísticas. Esta ficha se encontró con información sobre los sitios turísticos correspondientes a los municipios de estudio en los cuales se pide la ubicación, categoría, clasificación y ruta de acceso.

Se procedió a la verificación y actualización de la información de cada uno de los municipios en estudio, con el fin de conocer las zonas turísticas con que se cuenta y su ubicación dentro de cada municipio.

- Ficha No 21. Vías que conectan las zonas turísticas. Esta ficha se encontró sin diligenciar, en ella se requiere el nombre de la vía que conecta los sitios turísticos y la importancia de dicho sitio.

De acuerdo al mapa elaborado de las zonas turísticas, se procede a determinar que vías departamentales se conectan con los sitios turísticos.

- Ficha No 26. Áreas de desarrollo ejes viales del departamento. Esta ficha se encontró sin diligenciar con ella se pretenden identificar los ejes o corredores económicos y sociales de la región en estudio a nivel departamental y nacional.

Se ingresa el código del eje vial y la red vial departamental que conecta al eje, lo cual permitió la identificación de los ejes o corredores económicos y sociales de la región de estudio a nivel departamental y nacional. Esta ficha determina los ejes, y para cada uno de estos, incluye la información relacionada con: tramos que conforman el eje, red nacional y departamental que se conecta al eje, población beneficiada.

- Ficha No 28. Dotaciones de infraestructura. Esta ficha se encuentra sin diligenciar, en ella se requiere la información sobre número de centros educativos, centros de salud, plazas de mercado de los municipios en estudio.

Se diligenció la información sobre dotaciones del departamento tales como: sedes educativas, centros de salud, plazas de mercado o centros acopio, entre otros, ya que las vías que conecten con este tipo de infraestructura deberán tener un puntaje adicional dentro de la priorización de las vías.

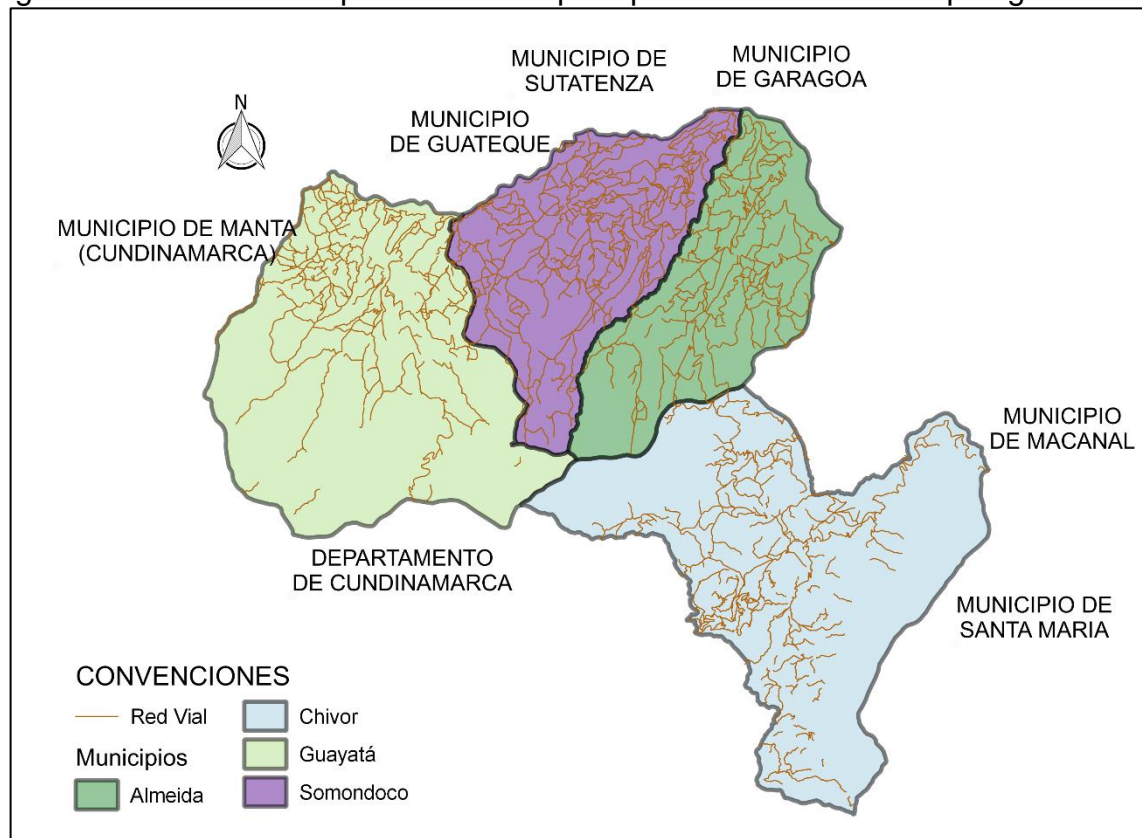
- Ficha No 29. Priorización de tramos y factores de ajuste. En esta ficha se recopila información de fichas mencionadas anteriormente, con la cual se determina la prioridad de las vías a partir de lineamientos técnicos, económicos y administrativos estipulados dentro de la formulación del plan vial departamental.

Por otra parte, cabe mencionar que existen fichas que son diligenciadas exclusivamente por la Gobernación de Boyacá tales como: proyectos de infraestructura, crecimiento intercensal de la población a nivel departamental, funciones y roles del municipio, áreas especializadas de producción, intervención en infraestructura, plan carretero-recursos disponibles, plan carretero-recursos necesarios para mantener la red en buenas condiciones, entre otras.

### 3.2.2. Corrección topológica

Este proceso se realizó con el software Qgis, y con los archivos tipo shapefile, los cuales fueron importados al programa. La información cargada fue de la red vial, provincias y municipios de Boyacá, se comenzó con delimitar el área de trabajo, la cual es los municipios en estudio, con la ayuda del menú geoprocessing y la herramienta clip se delimitó el área especificada de los municipios en estudio (Figura 6) para su posterior corrección topológica.

Figura 6. Red vial municipios de interés para posterior corrección topológica



Fuente: Elaboración propia a partir Plan Vial Departamental (PVD) de la Gobernación de Boyacá

Una vez delimitada el área de trabajo se procede a realizar la corrección topológica. Con ayuda de las imágenes satelitales de Google, se verifica la geometría y se eliminan las vías que no existen como lo son: laderas de las montañas, ríos y caminos a viviendas, esto se hizo con ayuda del complemento OpenLayers plugin del programa QGIS, el cual permite trabajar directamente sobre las imágenes satelitales de Google y además permite visualizar imágenes de otros satélites como Google Maps, Bing Maps, Map Quest y Apple Maps.

Finalizada la verificación de la geometría y la eliminación de las vías que no existen se inicia la validación de la topología en QGis, a través de la comprobación de la topología en la cual intervienen las vías manipuladas anteriormente y se implementa la configuración de las reglas topológicas para polilíneas las cuales se definen como “las relaciones entre las entidades de la misma clase o subtipo de entidad o entre dos clases o subtipos de entidad, estas reglas permiten encontrar errores en las capas de líneas, así mismo ayuda a la hora de comprobar la integridad de la información y validación de las representaciones dentro de la capa”<sup>29</sup>. Una vez definidas las reglas topológicas con la herramienta Error Inspector se detectaron y se corrigieron los errores encontrados.

### **3.2.3. Potencial de peligrosidad**

Con la información recibida por parte de la Gobernación de Boyacá y complementándola con la suministrada por parte de los municipios en estudio, se realizó un análisis a nivel de red, en el cual se evalúan los tramos, y se dividen en secciones homogéneas para su respectiva verificación y análisis con una longitud de 3.000 m y se definieron las variables a considerar tales como el tipo de terreno, sitio crítico de inestabilidad y sedes educativas a lo largo de la sección. Con base en esto se determina un potencial de peligrosidad.

---

<sup>29</sup> QGIS FOR DESKTOP. La topología en QGis. [en línea]. <http://desktop.qgis.com/es/arcmap/2.16.3/manage-data/topologies/topology-in-qgis.htm> [citado el 05 de marzo de 2018]

- **Tipo de terreno**

El factor tipo de terreno tiene una gran incidencia en el trazado de una carretera, y está muy relacionado con el incremento o la reducción de los accidentes de tránsito. Es el responsable del diseño geométrico, este factor ha sido muy poco evaluado ya que se presenta muy poca información que lo abarque. Debido a sus características en el relieve se le asignó una calificación para poderlo relacionar y evaluar.

La calificación más alta se le asignó al tipo de terreno en el que predominan valores máximos de pendiente longitudinal y transversal atendiendo a las siguientes consideraciones: Una carretera emplazada en un terreno escarpado presenta una topografía abrupta que sumada a factores ambientales resulta en un condicionamiento de las especificaciones geométricas ofrecidas a los usuarios, dejando de cumplir con el criterio de armonía, puesto que no se garantizan recorridos fáciles, exentos de sorpresas, las cuales agudizan la fatiga visual provocan distracciones y a su vez derivan en un elemento de riesgo, adicionalmente en terrenos escarpados se requieren excesivos movimientos de tierra que resultan en trazados con restricciones visuales enmarcadas por tangentes cortas y radios de curvatura reducida, además en rampas de descenso se requiere de una mayor distancia de parada (al incluir el factor de pendiente con signo negativo el divisor de la expresión de cálculo es menor y por ende el resultado es una magnitud mayor comparada con una rampa de ascenso), complementario a lo anterior en el recorrido de descenso se obliga a los conductores a efectuar una maniobra sostenida de frenado, lo cual resulta en un sobrecalentamiento excesivo del sistema (pastillas tambores y zapatas) y por ende se pierde su efectividad.

Las características ambientales de terrenos escarpados son singulares: por situarse a una mayor altitud sobre el nivel del mar presentan un clima de atmosfera fría debajo de la cual tiene lugar el fenómeno meteorológico de la neblina que afecta las condiciones de visibilidad. Cuando se concibieron trazados en terrenos escarpados



y montañosos se apeló al cumplimiento de la compensación de volúmenes, por ende, dichos trazados integran secciones a media ladera y en caso de pérdida del control del vehículo estos van a parar al fondo de los abismos. Por lo anterior, se presenta la Tabla 9 con cada tipo de terreno y su respectiva valoración asumida. Dependiendo la probabilidad de ocurrencia de un accidente, se penaliza.

Tabla 9. Valoración para el tipo de terreno

TIPO DE TERRENO	ESCARPADO (1)	MONTAÑOSO (2)	ONDULADO (3)	PLANO (4)
VALORACIÓN	3	2	1	0

Fuente: Elaboración propia

- **Sitio crítico de inestabilidad**

La incidencia para el caso de los sitios críticos de inestabilidad se definió en función de cuatro daños más representativos presentes en una vía como lo son: Hundimiento, Abultamiento, Falla Geológica y Erosión. La mayor valoración se le designó a el primer daño enunciado anteriormente dado que se trata del defecto superficial que goza de mayor percepción por parte del usuario de la infraestructura, consiste en un desplazamiento vertical de la superficie del pavimento que conduce a desestabilizar el vehículo a su paso por esta anomalía, dando lugar a un incremento en la probabilidad de ocurrencia de un accidente, el abultamiento reviste menor gravedad pues se puede advertir con mayor antelación en comparación con el hundimiento que se mimetiza con la superficie de rodadura. En el fondo de la escala de valoración se encuentran los daños de falla geológica y erosión que desde el punto de vista técnico afecta más la estructura del pavimento a nivel estructural, no obstante, poseen menor probabilidad de ocurrencia en el tiempo y a nivel de funcionalidad de la estructura del pavimento no presenta tantos inconvenientes en severidades bajas. La valoración asumida para cada sitio crítico se presenta en la Tabla 10 y se penalizan los que conllevan a aumentar el riesgo de ocurrencia de un accidente.

Tabla 10. Valoración para los sitios críticos de inestabilidad

SITIO CRÍTICO DE INESTABILIDAD / TIPO	HUNDIMIENTO ( H )	ABULTAMIENTO ( A )	FALLA GEOLÓGICA ( FG )	EROSIÓN ( E )
VALORACIÓN	4	3	2	1

Fuente: Elaboración propia

De forma complementaria se agregó un ítem de valoración que penaliza el sitio crítico de inestabilidad, en función del número o cantidad de inestabilidades detectadas a lo largo de la unidad definida como tramo a evaluar, es decir, a mayor número de defectos por unidad de longitud, mayor sensibilidad a la ocurrencia de accidentes.

Tabla 11. Valoración respecto a la cantidad de sitios críticos con inestabilidad

CANTIDAD DE SITIOS CRÍTICOS CON INESTABILIDAD	UNO	DOS	TRES	CUATRO
VALORACIÓN	1	2	3	4

Fuente: Elaboración propia

- **Sedes educativas**

La incidencia de una sede educativa en el incremento o reducción de los siniestros viales, se establece mediante un principio básico de que la probabilidad de ocurrencia de un accidente por atropello aumenta al presentarse una interacción de flujo vehicular y peatonal. La presencia de zonas de cruce, genera maniobras de cruce por parte de los peatones o circulación de estos por zonas de entrecruzamiento por lo que presenta una mayor sensibilidad en la afectación de los patrones de comportamiento normal de los conductores, especialmente cuando no se encuentra con una adecuada señalización que permita advertir la proximidad a una sede educativa, para así adoptar los correctivos que se requieren en el caso particular. La valoración asumida se presenta en la Tabla 12.

Tabla 12. Valoración para las sedes educativas

<b>SEDES EDUCATIVAS / CANTIDAD</b>	UNA	DOS
<b>VALORACIÓN</b>	3	4

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo del potencial de peligrosidad se estableció la relación de las variables como la suma de cada una de las valoraciones para cada tramo estudiado y se establece la siguiente expresión:

$$PP=T+E+(D+N)$$

Dónde:

PP: Potencial de Peligrosidad

T: Tipo de terreno

E: Numero de escuelas

D: Tipo de daño

N: Número de sitios con daño

Para poder percibir mejor la sensibilidad en cuanto a la ocurrencia de los accidentes, se estableció un rango para el cálculo del potencial de peligrosidad, el cual se define en la Tabla 13 de la siguiente manera:

Tabla 13. Rango de sensibilidad del potencial de peligrosidad

<b>POTENCIAL DE PELIGROSIDAD</b>	ALTO	MEDIO	BAJO
<b>RANGO</b>	10 - 15	5 - 10	1 - 5

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta las variables anteriores y sus respectivas valoraciones se procedió a el tratamiento de la información de los tramos viales de los municipios en estudio.

### **3.2.4. Mapas geográficos y temáticos**

Con la información suministrada por parte de la Gobernación de Boyacá y los municipios en estudio y después de ser procesada se procedió a realizar los siguientes mapas geográficos y temáticos, los cuales se presentan de manera digital en el Anexo B – Mapas geográficos y temáticos:

- Municipios en estudio
- División política del municipio de Almeida
- División política del municipio de Chivor
- División política del municipio de Guayatá
- División política del municipio de Somondoco
- Red vial a cargo del departamento
- Geología
- Sitios turísticos
- Red vial a cargo del departamento y Sitios turísticos
- Títulos mineros contrato de concesión
- Hidrografía
- Zonas de riesgo
- Red vial a cargo del departamento en zonas de riesgo
- Potencial de peligrosidad

## **4. RESULTADOS Y ANÁLISIS OBTENIDOS**

En el presente capítulo se presentan los resultados y análisis obtenidos a partir del procesamiento de la información para los municipios en estudio.

### **4.1. VERIFICACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LAS FICHAS TÉCNICAS DEL PVD**

En este apartado se pretende caracterizar la red vial departamental de orden secundario y terciario de los municipios en estudio a través del consolidado de las fichas del PVD definidas en el numeral 3.2.1. Se presentarán datos de las fichas más relevantes, los cuales se enuncian a continuación, cabe resaltar que en el Anexo A se presentan la totalidad de las fichas diligenciadas. Se presentará la información dividida en cómo se encontraron las fichas al momento de realizar la verificación de la información entregada por parte de la gobernación, evaluando nombre de las vías, orden, longitud, ancho de la calzada, superficie de rodadura y estado del tramo. Y después se presenta la información como quedó una vez hecha la actualización de dichas fichas.

#### **4.1.1. Verificación de las fichas PVD**

En la ficha No. 1. Red Vial. Se pueden apreciar las vías secundarias y terciarias a cargo del departamento de Boyacá de los municipios en estudio, también se encuentran características como su longitud, ancho promedio de la calzada, tipo de superficie de rodadura y el estado en el que se encuentra.

Se presenta la información recibida por parte de la Gobernación de Boyacá, en la que se presentan los tramos viales, con los cuales contaba la administración departamental y presentaba una longitud de red vial total de 231,65 Km, de los cuales 107,33 Km pertenecían a red de orden secundario y 124,32 Km pertenecían a red de orden terciario. A continuación, se presenta la Tabla 14 con el resumen de

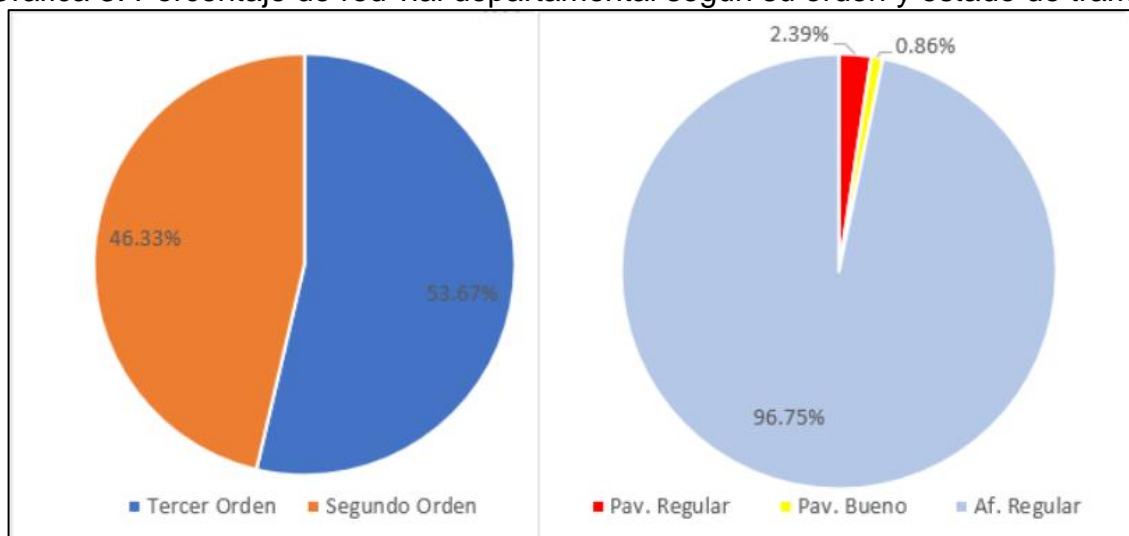
dicha información y con base en ella se elaboró la Gráfica 3, que expresa los porcentajes de la red vial departamental:

Tabla 14. Resumen de la verificación de la información del PVD

CÓDIGO DE LA VÍA	COMPETENCIA	ORDEN	LONGITUD (Km)	ANCHO PROMEDIO (m)	PAVIMENTO	ESTADO DEL TRAMO	AFIRMADO	ESTADO DEL TRAMO
40201	Departamento	TERCER ORDEN	19,36	3,2			19,36	Regular
49600	Departamento	TERCER ORDEN	6,57	3,2			6,57	Regular
49602	Departamento	TERCER ORDEN	6,33	3,3			6,33	Regular
49746	Departamento	TERCER ORDEN	6,73	3,5			6,73	Regular
49747	Departamento	TERCER ORDEN	14,31	2,6			14,31	Regular
49748	Departamento	TERCER ORDEN	7,66	2,8			7,66	Regular
56BY04	Departamento	SEGUNDO ORDEN	28,24	4,3	5,54	Regular	22,70	Regular
56BY04-1	Departamento	SEGUNDO ORDEN	28,70	3,6			28,70	Regular
56BY07	Departamento	SEGUNDO ORDEN	15,49	4,9			15,49	Regular
56BY08	Departamento	SEGUNDO ORDEN	17,41	4,0			17,41	Regular
D1502202	Departamento	TERCER ORDEN	6,29	3,1			6,29	Regular
D1523605	Departamento	TERCER ORDEN	7,87	4,2			7,87	Regular
D1532501	Departamento	TERCER ORDEN	7,90	3,7			7,90	Regular
D1502203	Departamento	TERCER ORDEN	2,40	4,0			2,40	Regular
61BY07	Departamento	SEGUNDO ORDEN	17,50	4,0			17,50	Regular
D1502201	Departamento	TERCER ORDEN	16,20	4,0	2,0	Bueno	14,20	Malo
D1502204	Departamento	TERCER ORDEN	2,70	4,0			2,70	Regular
D1532502	Departamento	TERCER ORDEN	20,00	4,0			20,00	Regular

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 3. Porcentaje de red vial departamental según su orden y estado de tramo



Fuente: Elaboración propia

La red departamental entregada el 53,67 % es de tercer orden y el 46,33 % de segundo orden, se tiene que un 96,75 % de la red vial se encuentra con una capa de rodadura en afirmado y en regular estado.

#### 4.1.2. Actualización de las fichas PVD

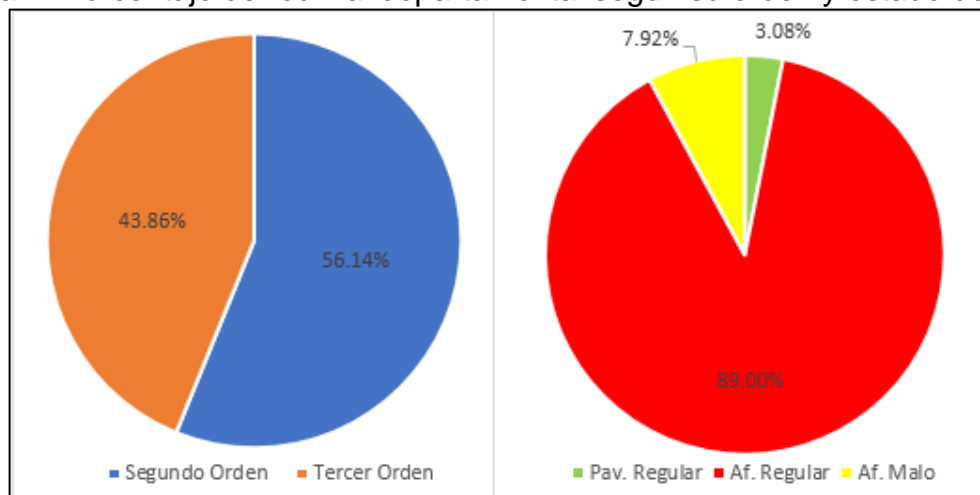
Se procedió a actualizar las vías a cargo del departamento en base a información entregada por los municipios, se encontró que había algunas vías repetidas y otras no coincidían en su longitud. Una vez terminada la actualización se contó con una red departamental con una longitud de red vial total de 180,01 Km, de los cuales 100,94 Km pertenecían a red de orden secundario y 79,07 Km pertenecían a red de orden terciario. Se presentan las vías departamentales actualizadas en la Tabla 15 y posteriormente la Gráfica 4 representando dicha información:

Tabla 15. Resumen de la actualización de la información del PVD

CÓDIGO DE LA VÍA	ORDEN	LONGITUD (km)	ANCHO PROMEDIO (m)	PAVIMENTADO			AFIRMADO		
				Bueno	Regular	Malo	Bueno	Regular	Malo
40201	TERCER ORDEN	15,71	3,2					10,00	5,71
49600	TERCER ORDEN	6,61	3,2					6,61	
49602	TERCER ORDEN	6,37	3,3					6,37	
49746	TERCER ORDEN	6,79	3,5					6,79	
49747	TERCER ORDEN	12,29	2,6					12,29	
49748	TERCER ORDEN	8,03	2,8					8,03	
56BY01	SEGUNDO ORDEN	5,65	5,3					5,65	
56BY04	SEGUNDO ORDEN	27,72	3,9		5,54			22,18	
56BY04-1	SEGUNDO ORDEN	29,21	3,6					20,00	9,21
56BY07	SEGUNDO ORDEN	14,63	4,9					14,63	
56BY08	SEGUNDO ORDEN	17,50	4,0					17,50	
D1502202	TERCER ORDEN	6,34	3,1					6,34	
D1523605	TERCER ORDEN	9,42	4,2					9,42	
D1532501	TERCER ORDEN	7,52	3,7					7,52	
6101	SEGUNDO ORDEN	5,93	5,5					5,93	

Fuente: Elaboración propia

Grafica 4. Porcentaje de red vial departamental según su orden y estado de tramo



Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que el estado de la red departamental de los municipios en estudio en su mayoría se encuentra con una superficie de rodadura en afirmado con regular estado, muy poco porcentaje se encuentra pavimentado y 7,93% está en afirmado en mal estado por lo que se requiere un plan de gestión de carreteras, para el mantenimiento y rehabilitación de los tramos más críticos.

Se analizaron las vías de los municipios en estudio, por el tipo de administración, dividiéndose por las que están a cargo del departamento y a cargo del municipio, de estas algunas se encuentran registradas y otras sin registrar. Se presenta en la Tabla 16 un resumen de la distribución y posteriormente en el Grafico 5, una representación de dicha información.

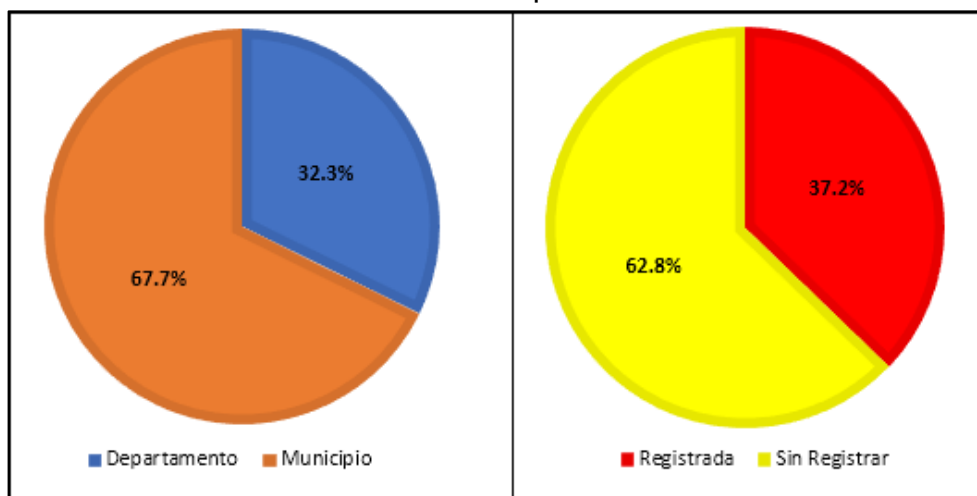


Tabla 16. Distribución red vial de los municipios en estudio

ORDEN	MUNICIPIO	TIPO DE ADMINISTRACIÓN		
		DEPARTAMENTO LONGITUD (Km)	MUNICIPIO	
			REGISTRADAS LONGITUD (Km)	SIN REGISTRAR LONGITUD (Km)
SEGUNDO	ALMEIDA	36,02	----	----
TERCER		6,28	90,80	31,53
SEGUNDO	CHIVOR	30,11	----	----
TERCER		9,42	40,95	31,9
SEGUNDO	GUAYATÁ	13,68	----	----
TERCER		38,62	2,70	93,12
SEGUNDO	SOMONDOCO	20,83	----	----
TERCER		24,70	8,00	84,18
TOTAL (Km)		179,72	142,45	240,73
			383,18	
		562,90		

Fuente: Elaboración propia a partir de fichas Plan Vial Departamental de la Gobernación de Boyacá

Grafica 5. Distribución red vial de los municipios en estudio



Fuente: Elaboración propia

En función de lo establecido en la tabla 16 se elaboró la gráfica 5, en la cual se puede apreciar que el 32,3 % de la red total de la zona está a cargo del departamento, mientras que la porción restante corresponde al dominio del

municipio, también se presenta el porcentaje de las vías administradas por los municipios en estudio de las cuales un 37,2 % se encuentran registradas y el 62,8 % se encuentran sin registrar por parte de los municipios.

Las demás fichas se diligenciaron acorde con las necesidades y lineamientos establecidos por parte de las fichas del plan vial departamental y por la Gobernación de Boyacá.

#### 4.2. PRIORIZACIÓN DE LAS VÍAS SECUNDARIAS Y TERCIARIAS DE LOS MUNICIPIOS DE ALMEIDA, CHIVOR, GUAYATÁ Y SOMONDOCO

Con base en la información del Plan Vial Departamental de la Gobernación de Boyacá, se pueden determinar las principales áreas de desarrollo de los ejes viales del departamento, con lo cual se permite establecer las vías que se integran a los principales ejes de desarrollo de la nación y del departamento. A continuación, se presenta la Tabla 17, con el resumen del eje vial identificado. (Ficha No. 26)

Tabla 17. Eje estratégico de los municipios en estudio

EJE VIAL ZONA DE ESTUDIO	TRAMO QUE CONFORMA EL EJE			L	LT	RED VIAL NACIONAL QUE SE CONECTA AL EJE			RED VIAL DEPARTAMENTAL QUE SE CONECTA AL EJE			
	C	J	T			C	T	L	C	T	L	LT
Eje Guayatá- Somondoco- Almeida- Chivor	5608	Nacional	Guateque - El Secreto - Agua Clara	95,70	95,70	6511	---	51,33	56BY01	CRUCE RUTA 56 (SALITRE)	5,65	43,44
						5607	---	45,84	56BY07	CRUCE RUTA 5608 - NARANJOS	14,63	
								6101	Guateque - Guayatá	5,93		
								56BY08	CHIVOR - TERRAPLEN	17,50		

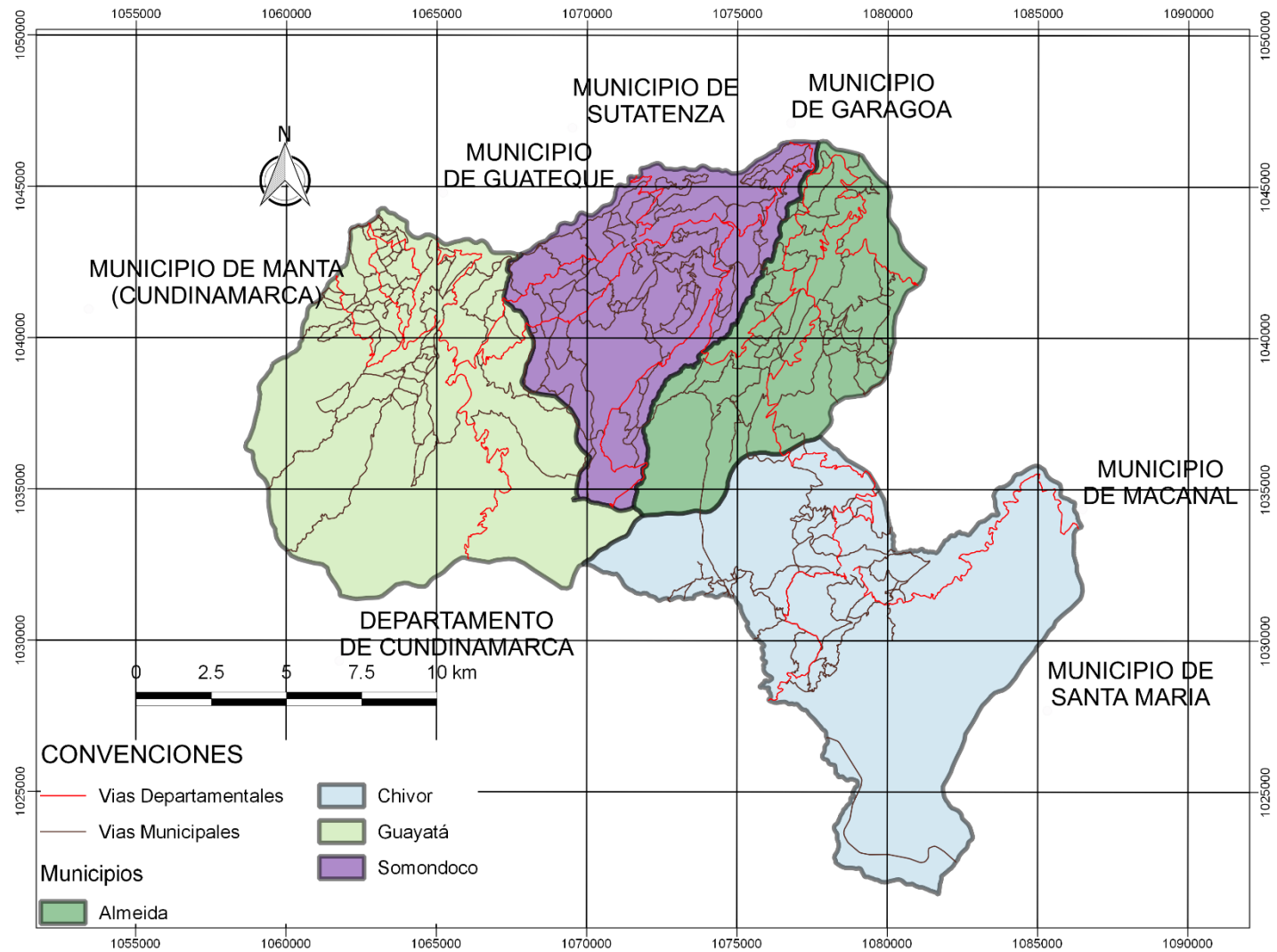
Convenciones: L=Longitud (Km) - C=Código - J=Jerarquía - T=Tramo - LT=Longitud Total (Km)

Fuente: Elaboración propia a partir de fichas Plan Vial Departamental de la Gobernación de Boyacá

El eje estratégico de la zona en estudio se caracteriza principalmente por la conexión dada entre la vía secundaria 6101 y la vía nacional 5608, permitiendo a lo largo de su recorrido la integración con varios municipios, es una conexión directa con la capital, la ciudad de Tunja, también se puede integrar a la vía nacional la cual vincula por el lado oeste con la capital del país, (Bogotá) y por el lado este con el departamento del Casanare.

Complementario se tienen las tres vías departamentales que a su vez hacen la vez de conectoras, la vía 56BY01, 56BY07 y 56BY08 las cuales permiten la comunicación con la ruta nacional 5608, esta a su vez se enlaza con la ruta nacional 5607 la cual permite acceder a la ruta que conduce hacia Bogotá e igualmente para Tunja, por otro lado, también permite la unión con la vía nacional 6511 la cual permite la salida para tomar la ruta hacia Yopal y ampliar hacia otras partes del país.

Figura 7 Municipios en estudio



Fuente: Elaboración propia

### 4.3. POTENCIAL DE PELIGROSIDAD

Se determinó un potencial de peligrosidad para los tramos de vía en las zonas en estudio, encontrándose una sensibilidad en su mayoría con un nivel de potencial de accidentalidad medio (Anexo B – Mapa No. 14 Potencial de accidentalidad). En la Tabla 18 se encuentran los resultados de los análisis de las tres variables estudiadas y en la Tabla 19 se encuentra el consolidado de los valores de sensibilidad obtenidos para la totalidad de los tramos viales considerados, adicionalmente se muestra un ejemplo de cómo se realizó el cálculo de este potencial de peligrosidad.

- Vía Chivor-Almeida-Las Juntas

La vía a evaluar cuenta con una longitud total de 31,495 Km, la cual se subdivide en subtramos de 3 Km para realizar la evaluación correspondiente, en este primer tramo de la vía que va del K0+000 – K3+000, se encuentra que presenta un tipo de terreno montañoso, dos escuelas están a los costados durante este tramo, dos sitios con ahuellamiento y un sitio con erosión. Resolviendo la expresión planteada para determinar el potencial de peligrosidad se obtiene:

$$PP=T+E+(D+N)$$

Dónde:

PP: Potencial de Peligrosidad

T: Tipo de terreno

E: Numero de escuelas

D: Tipo de daño

N: Número de sitios con daño

$$PP=2+2+(4+1+1+2)$$

PP=11

Este valor nos representa un potencial de peligrosidad con una sensibilidad alta

Tabla 18. Resumen del procesamiento de la información de potencial de peligrosidad

MUNICIPIO	NOMBRE DE LA VIA	TRAMO	TIPO DE TERRENO				ESCUELAS	SITIO CRITICO DE INESTABILIDAD								
								TIPO DAÑO				NO. DE SITIOS				
			1	2	3	4		H	A	FG	E	1	2	3	4	
ALMEIDA-CHIVOR	CHIVOR-ALMEIDA-LAS JUNTAS	K3 + 000		X			2	X				X	X	X		
		K6 + 000		X			0	X						X		
		K9 + 000		X			0	X				X	X	X		
		K12 + 000		X			0					X	X			
		K15 + 000		X			0	X	X				X	X		
		K18 + 000		X			0	X				X	X			X
		K21 + 000		X			0					X	X			
		K24 + 000		X			0	X							X	
		K27 + 720		X			0	X				X			X	X
ALMEIDA	ALMEIDA-BELEN	K3 + 000		X			0					X	X			
		K6 + 340		X			1					X	X			
ALMEIDA-SOMONDOCO-GUAYATÁ	ALMEIDA-SOMONDOCO-SIAVITA-GUAYATÁ	K3 + 000			X		0				X				X	
		K6 + 000			X		0	X				X			X	X
		K9 + 000			X		0	X				X			X	X
		K12 + 000			X		0	X				X	X	X		
		K15 + 000			X		0				X		X			
		K18 + 000			X		0	X				X			X	X
		K21 + 000			X		0	X				X			X	X
		K24 + 000			X		0	X			X	X	X	X	X	
		K27 + 000			X		1	X				X	X	X	X	
K29 + 210			X		0					X	X					
SOMONDOCO	SAN SEBASTIAN-ALTO REDONDO	K3 + 000		X			0	X				X	X	X		
		K6 + 000		X			0					X			X	
		K9 + 000		X			0					X	X			
		K12 + 290		X			0		X			X	X	X		
	LAS JUNTAS-BOYA II	K3 + 000			X		0	X					X			
		K6 + 790			X		0	X				X	X	X		
	CRUCE RUTA 56 (EL SALITRE) - SOMONDOCO	K2 + 000		X			0									
		K4 + 000		X			1	X				X	X	X		
		K5 + 650		X			0	X				X	X			X
SOMONDOCO-GUAYATÁ	SOMONDOCO-RICHA	K3 + 000			X		0	X						X		
		K6 + 000			X		2	X					X			
		K8 + 030		X			0					X	X			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Continuación resumen del procesamiento de la información de potencial de peligrosidad

MUNICIPIO	NOMBRE DE LA VIA	TRAMO	TIPO DE TERRENO				ESCUELAS	SITIO CRITICO DE INESTABILIDAD							
								TIPO DAÑO				NO. DE SITIOS			
			1	2	3	4		H	A	FG	E	1	2	3	4
GUAYATÁ	PUENTE QBDA MINERA-FONSAQUE-LIMITES	K3 + 000		X			0	X				X			
		K6 + 000		X			0	X					X		
		K9 + 000		X			0				X	X			
		K12 + 000		X			0		X		X	X			
		K15 + 710		X			0				X	X			
	GUAYATA-GUATEQUE	K3 + 000		X			0				X	X			
		K5 + 930		X			2	X			X		X	X	
	GUAYATA-MANTA	K3 + 000		X			0	X			X		X	X	
		K6 + 000		X			0				X			X	
		K7 + 520		X			0	X		X	X	X	X		
	GUAYATA-VOLCAN-CALICHES	K3 + 000		X			0								
		K6 + 370		X			0								
	GUAYATA-ESCALERAS	K2 + 000		X			0			X		X			
		K4 + 000		X			0	X			X	X		X	
		K6 + 661		X			0	X			X	X	X		
CHIVOR	CHIVOR-SINAI-SALTO DEL ALIMENTO-TERRAPLÉN	K3 + 000		X			0				X	X			
		K6 + 000		X			0			X		X			
		K9 + 000		X			0								
		K12 + 000		X			0	X			X	X			
		K15 + 000		X			0			X	X	X	X		
		K17 + 500		X			2	X			X	X	X		
	CHIVOR - LOS ALPES	K3 + 000		X			1			X	X	X	X		
		K6 + 000		X			0	X				X			
		K9 + 420		X			0			X	X	X	X		
	CRUCE RUTA 5608 - NARANJOS - CHIVOR	K0 + 124		X			0	X					X		
		K2 + 000		X			0	X			X	X			X
		K5 + 550		X			1	X	X			X	X		
		K9 + 000		X			0	X							X
		K12 + 000		X			0	X						X	
			K14 + 630		X			0	X				X		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Resultados del potencial de peligrosidad

MUNICIPIO	NOMBRE DE LA VIA	TRAMO	TIPO DE TERRENO	SITIO CRITICO DE INESTABILIDAD	ESCUELAS	TOTAL	PP
ALMEIDA-CHIVOR	CHIVOR-ALMEIDA-LAS JUNTAS	K3 + 000	2	7	2	11	ALTO
		K6 + 000	2	5	0	7	MEDIO
		K9 + 000	2	7	0	9	MEDIO
		K12 + 000	2	2	0	4	BAJO
		K15 + 000	2	9	0	11	ALTO
		K18 + 000	2	7	0	9	MEDIO
		K21 + 000	2	2	0	4	BAJO
		K24 + 000	2	5	0	7	MEDIO
		K27 + 720	2	7	0	9	MEDIO
ALMEIDA	ALMEIDA-BELEN	K3 + 000	2	2	0	4	BAJO
		K6 + 340	2	2	1	5	MEDIO
ALMEIDA-SOMONDOCO-GUAYATÁ	ALMEIDA-SOMONDOCO-SIAVITA-GUAYATÁ	K3 + 000	1	3	0	4	BAJO
		K6 + 000	1	7	0	8	MEDIO
		K9 + 000	1	7	0	8	MEDIO
		K12 + 000	1	7	0	8	MEDIO
		K15 + 000	1	3	0	4	BAJO
		K18 + 000	1	7	0	8	MEDIO
		K21 + 000	1	7	0	8	MEDIO
		K24 + 000	1	10	0	11	ALTO
		K27 + 000	1	7	1	9	MEDIO
		K29 + 210	1	2	0	3	BAJO
SOMONDOCO	SAN SEBASTIAN-ALTO REDONDO	K3 + 000	2	7	0	9	MEDIO
		K6 + 000	2	2	0	4	BAJO
		K9 + 000	2	2	0	4	BAJO
		K12 + 290	2	5	0	7	MEDIO
	LAS JUNTAS-BOYA II	K3 + 000	1	5	0	6	MEDIO
		K6 + 790	1	7	0	8	MEDIO
	CRUCE RUTA 56 (EL SALITRE) - SOMONDOCO	K2 + 000	2	0	0	2	BAJO
		K4 + 000	2	7	1	10	ALTO
		K5 + 650	2	7	0	9	MEDIO
SOMONDOCO-GUAYATÁ	SOMONDOCO-RICHA	K3 + 000	1	5	0	6	MEDIO
		K6 + 000	1	5	2	8	MEDIO
		K8 + 030	2	2	0	4	BAJO

Fuente: Elaboración propia



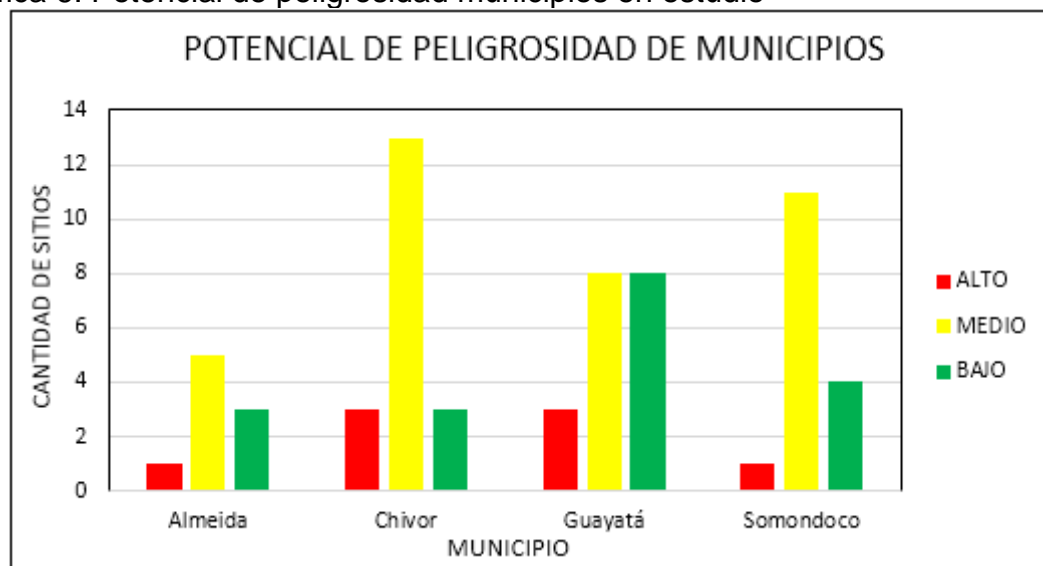
Tabla 19. Continuación resultados del potencial de peligrosidad

MUNICIPIO	NOMBRE DE LA VIA	TRAMO	TIPO DE TERRENO	SITIO CRITICO DE INESTABILIDAD	ESCUELAS	TOTAL	PP
GUAYATÁ	PUENTE QBDA MINERA-FONSAQUE-LIMITES	K3 + 000	2	5	0	7	MEDIO
		K6 + 000	2	5	0	7	MEDIO
		K9 + 000	2	2	0	4	BAJO
		K12 + 000	2	6	0	8	MEDIO
		K15 + 710	2	2	0	4	BAJO
	GUAYATA-GUATEQUE	K3 + 000	2	2	0	4	BAJO
		K5 + 930	2	7	2	11	ALTO
	GUAYATA-MANTA	K3 + 000	2	7	0	9	MEDIO
		K6 + 000	2	2	0	4	BAJO
		K7 + 520	2	10	0	12	ALTO
	GUAYATA-VOLCAN-CALICHES	K3 + 000	2	0	0	2	BAJO
		K6 + 370	2	0	0	2	BAJO
	GUAYATA-ESCALERAS	K2 + 000	2	3	0	5	MEDIO
		K4 + 000	2	7	0	9	MEDIO
		K6 + 661	2	7	0	9	MEDIO
CHIVOR	CHIVOR-SINAI-SALTO DEL ALIMENTO-TERRAPLÉN	K3 + 000	2	2	0	4	BAJO
		K6 + 000	2	3	0	5	MEDIO
		K9 + 000	2	0	0	2	BAJO
		K12 + 000	2	7	0	9	MEDIO
		K15 + 000	2	5	0	7	MEDIO
		K17 + 500	2	7	2	11	ALTO
	CHIVOR - LOS ALPES	K3 + 000	2	5	1	8	MEDIO
		K6 + 000	2	5	0	7	MEDIO
		K9 + 420	2	5	0	7	MEDIO
	CRUCE RUTA 5608 - NARANJOS - CHIVOR	K0 + 124	2	5	0	7	MEDIO
		K2 + 000	2	7	0	9	MEDIO
		K5 + 550	2	9	1	12	ALTO
		K9 + 000	2	5	0	7	MEDIO
		K12 + 000	2	5	0	7	MEDIO
		K14 + 630	2	5	0	7	MEDIO

Fuente: Elaboración propia

En la Gráfica 6 se presenta el resumen de la cantidad de sitios y por cada sensibilidad para cada uno de los municipios en estudio. Se puede observar que el municipio de Guayatá presenta igual número de sitios con sensibilidad baja y media, mientras que en el resto de los municipios el pico más alto es la sensibilidad media.

Grafica 6. Potencial de peligrosidad municipios en estudio



Fuente: Elaboración propia

Se hace una evaluación de la cantidad de sitios por sensibilidad para cada uno de los municipios en estudio, en el cual se puede observar que el municipio de Guayatá y Chivor presentan un porcentaje total del 30,2 %, seguidos muy de cerca por el municipio de Somondoco. A continuación, se presenta en la Tabla 20 un resumen del potencial de peligrosidad para cada municipio.

Tabla 20. Resumen del potencial de peligrosidad de los municipios en estudio

MUNICIPIOS	CANTIDAD DE SITIOS POR SENSIBILIDAD				
	ALTO	MEDIO	BAJO	TOTAL	TOTAL (%)
Almeida	1	5	3	9	14.3
Chivor	3	13	3	19	30.2
Guayatá	3	8	8	19	30.2
Somondoco	1	11	4	16	25.4

Fuente: Elaboración propia

Con respecto al nivel alto de sensibilidad se tiene que los municipios de Chivor y Guayatá equiparan sus estadísticas, seguidos por los municipios de Almeida y Somondoco con valores de uno. En lo que atañe al nivel medio, los municipios de Chivor y Somondoco son los que presenta cifras más críticas, y los municipios de

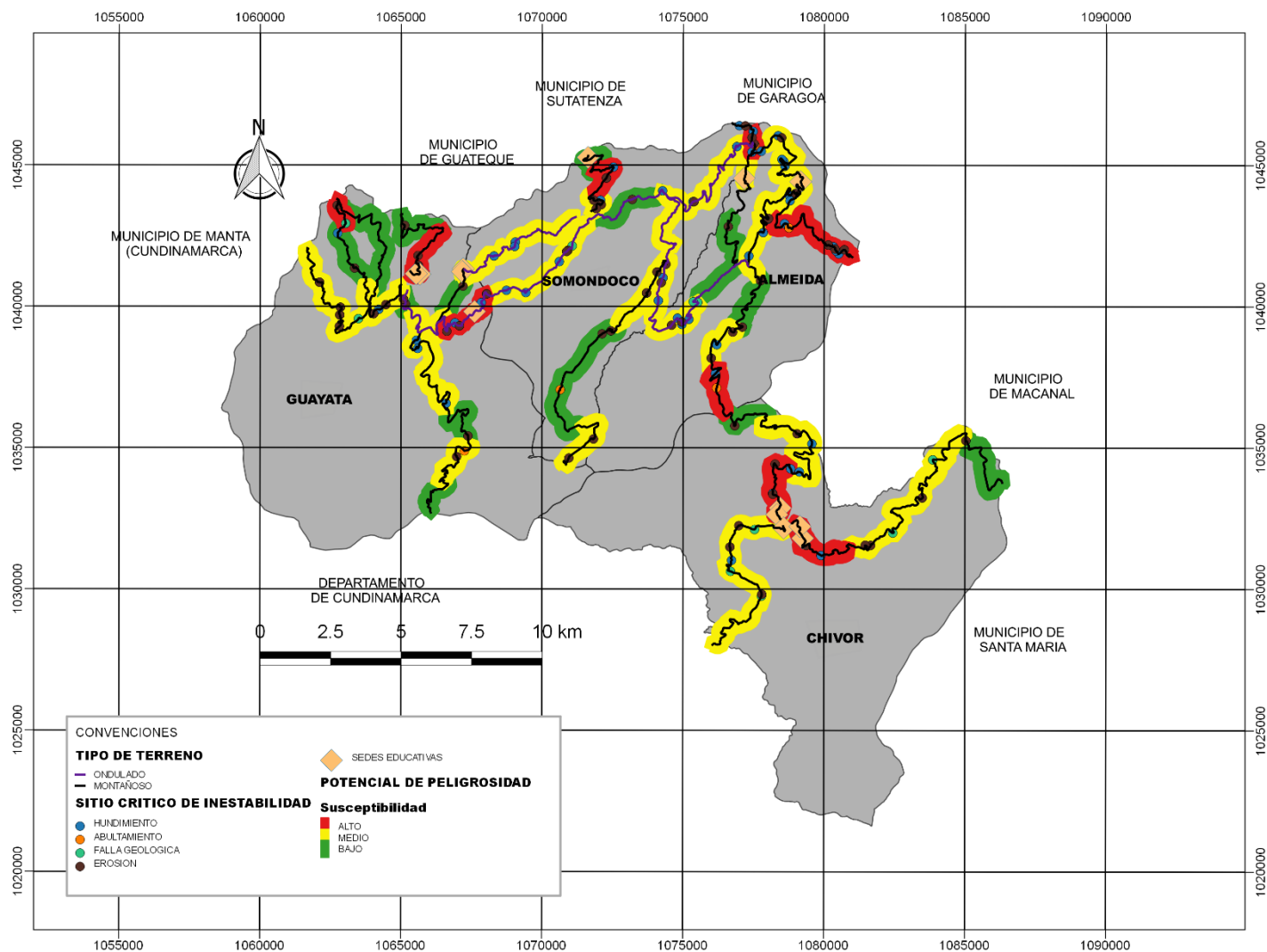
Almeida y Guayatá reflejan valores similares y altamente significativos en comparación con el resto del conjunto. Finalmente, referido al nivel bajo de sensibilidad se mantiene la tendencia identificada en los niveles anteriores, siendo Chivor, Guayatá y Somondoco los municipios con mayor cantidad de sitios identificados, mientras que Almeida se constituyen como la zona que menores implicaciones poseen en el momento de definir sitios de peligrosidad, en función de las variables definidas. En general la zona estudiada representa un nivel de baja peligrosidad, se debe tener en cuenta que presenta terrenos planos y con pocas fallas y con la vía en unas buenas condiciones según la metodología Vizir.

#### **4.4. MAPAS GEOGRÁFICOS Y TEMÁTICOS DE LA ZONA EN ESTUDIO**

Se realizaron una serie de mapas temáticos de carácter geográfico, para mejorar la comprensión, ya que estos representan a nivel visual, mucho más de lo que se pueda llegar a hacerlo con un denso texto. Se elaboró un paquete que contiene catorce mapas geográficos y temáticos que abarcan temas de los municipios en estudio como lo son: la red vial secundaria y terciaria a cargo del departamento, sitios turísticos, títulos mineros, hidrografía, zonas de riesgo, el potencial de peligrosidad y la combinación entre estos.

Estos mapas geográficos y temáticos se encuentran de manera digital agrupados en el Anexo B - Mapas geográficos y temáticos de los municipios en estudio. En la Figura 8 se muestra cómo se representó el potencial de peligrosidad, indicando las variables evaluadas y la sensibilidad del potencial de peligrosidad.

Figura 8 Mapa geográfico y temático del potencial de peligrosidad



Fuente: Elaboración propia

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

Se pudo observar que los municipios estudiados presentan una carencia en ordenamiento de la información que poseen, este mal manejo y la insuficiencia que poseen al no contar con un sistema de manejo, clasificación y almacenamiento de la documentación, conlleva a no actuar con base en los lineamientos necesarios y las necesidades que se tengan.

Los sistemas de información geográfica (SIG) fueron de gran ayuda en la elaboración del presente trabajo, gracias a ellos se pudieron hacer análisis comparativos, al presentar salidas gráficas estadísticas, sistemas de soporte de decisión y además sus funciones de cartografía temática. La conformación de sistemas de gestión de carreteras por medio de los SIG da como resultado la creación de mapas geográficos interactivos que contienen información de la red vial, Colombia cuenta con un sistema de gestión en proceso el cual es el SINC.

Debido a las condiciones predominantes en los municipios de la zona de interés, los cuales poseen un relieve determinado principalmente por terrenos montañosos y escarpados, altas precipitaciones y suelos potencialmente inestables, desde un punto de vista técnico, es válido precisar que carreteras pensadas para este tipo de terrenos presentan excesivos movimientos de tierra y dificultan su diseño geométrico, en cuanto a las altas precipitaciones interactúan desfavorablemente sobre la capa de rodadura, ya que la mayoría de estas vías se encuentran en afirmado y esto genera un incremento del nivel freático, lo cual afecta a las capas que lo integran y disminuye su resistencia ante las deformaciones generadas por el tránsito.

Con la implementación del potencial de peligrosidad y con base en las variables tomadas para su estudio, se identificaron sectores en los cuales se presenta un alto riesgo en materia de seguridad vial, ya que se caracterizaron zonas donde se debe tener un mayor cuidado por lo que se presentan mayores factores de riesgo para que pueda ocurrir un accidente de tránsito

La experiencia académica adelantada en la Gobernación de Boyacá beneficia la transición del ámbito académico al entorno laboral permitiendo ser partícipe de un clima organizacional que afianza la preparación ofrecida en el desarrollo del programa de pregrado y se alcanzan habilidades que facilitan el desempeño en el ámbito de la profesión.

Este proyecto tiene una importancia relevante para la Gobernación ya que, con base en la caracterización de los tramos viales, se pueden evaluar las diferentes alternativas para la intervención de la infraestructura y la correcta asignación de los recursos, esto es de gran ayuda para priorizar los tramos en los que más se necesite y escoger la técnica más adecuada para intervenir la estructura de pavimento. Así como también impulsar el desarrollo de la región estudiada, mediante la función de sus propias administraciones, para que, por medio de convenios o contratos, integren con sus respectivos planes de desarrollo y así promover proyectos para su desarrollo.

Se afianzo y complemento lo adquirido durante el pregrado en cuanto a la calidad del trabajo presentado a la Gobernación ya que se encuentra dentro de las expectativas del mercado laboral, lo cual sirve de mucho aprendizaje para el futuro y en cuanto a encarar la vida profesional.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

Se recomienda a las administraciones de los municipios estudiados diseñar una base de datos estructurada acorde a la información y las necesidades que se tengan, ya que una infraestructura vial adecuada es fundamental para el desarrollo de un municipio.

Con el fin de mejorar las condiciones de la red vial se recomienda considerar el factor de drenaje el cual es muy importante en la conservación y mantenimiento de una estructura vial de orden terciario y secundario en los municipios estudiados, se deben tener muy en cuenta las condiciones de la zona y los estudios hidrológicos para una correcta adecuación de las obras de drenaje.

Se sugiere a las administraciones a tener presentes los sitios identificados en los tramos con sensibilidades altas y medias, como potencial a que ocurra un accidente para realizar planes de contingencia y tomar las medidas adecuadas.

Se recomienda realizar una practica con proyección empresarial, lo cual permite tener una experiencia en el mundo laboral, permitiendo ser partícipe de un clima organizacional en un grupo de trabajo con profesionales de distintas áreas, para el cumplimiento de objetivos institucionales, lo cual sirve de ayuda para un mejor desempeño en el ámbito profesional.

## **6. BIBLIOGRAFÍA**

BANCO IBEROAMERICANO DE DESARROLLO. Diagnóstico de seguridad vial en américa latina y el caribe:2005 -2009. División de transporte. Enero 2013

BOYACÁ, ASAMBLEA DEL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ. Ordenanza número 007 de 2016. Por la cual se adopta el plan departamental de desarrollo de Boyacá – Creemos en Boyacá, tierra de paz y libertad 2016-2019, Anexo 6, Transversalidad: infraestructura para transporte y logística. Diario oficial. Tunja, 31 de mayo de 2016.

BOYACÁ, ASAMBLEA DEL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ. Ordenanza número 007 de 2016. Por la cual se adopta el plan departamental de desarrollo de Boyacá – Creemos en Boyacá, tierra de paz y libertad 2016-2019, Anexo 1, Diagnóstico general de Boyacá. Diario oficial. Tunja, 31 de mayo de 2016.

CERQUERA ESCOBAR, Flor Ángela. La configuración espacial geográfica, contexto esencial de estudio del transporte y la accidentalidad Costa Rica, Revista Geográfica De América Central ISSN: 2215-2563, Vol.2 2011

CERQUERA ESCOBAR, Flor Ángela. Modelo patrón de evaluación de la accidentalidad vial en áreas urbanas de Bogotá (Colombia) España, Carreteras ISSN: 0212-6389, Vol.4 2015

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 152 (15, julio, 1994). Acuerdo número 009 de 2012. Por el cual se adopta el plan de desarrollo del Municipio de Almeida, Boyacá, para el periodo 2012 – 2015 y se dictan otras disposiciones.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 152 (15, julio, 1994). Acuerdo número 007 de 2016. Por el cual se adopta el plan de desarrollo del Municipio de Guayatá, Boyacá, para el periodo 2016 – 2019 y se dictan otras disposiciones.



COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 152 (15, julio, 1994). Acuerdo número 018 de 2012. Por el cual se adopta el plan de desarrollo del Municipio de Chivor, Boyacá, para el periodo 2012 – 2015 y se dictan otras disposiciones.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 152 (15, julio, 1994). Acuerdo número 008 de 2012. Por el cual se adopta el plan de desarrollo del Municipio de Somondoco, Boyacá, para el periodo 2012 – 2015 y se dictan otras disposiciones.

COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Resolución 0001067 (23, abril, 2015). Por la cual se modifica la resolución 1860 de 2013 y se dictan otras disposiciones. Bogotá DC

COLOMBIA, MINISTERIO DE TRANSPORTE. Metodología para la elaboración de planes viales regionales o provinciales. Bogotá D.C. Diciembre de 2016.

COLOMBIA, MINISTERIO DE TRANSPORTE, oficina asesora de planeación – informe de gestión 2015

GUIO BURGOS, Juan Manuel. Evaluación de la seguridad vial en la carretera Bogotá – Sogamoso con la metodología iRAP. Trabajo de grado Ingeniero en Transporte y Vías. Tunja. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Colombia 2014.

HURTADO, Antonio y SERNA, Margarita. Aplicación de la metodología iRAP y el software vida – iRAP en un tramo de autopista en México. Revista infraestructura vial. LanammeUCR. ISSN 2215 – 3705. Volumen 17. Número 29. México 2015. P.p. 05-12

Manual de Auditorias de Seguridad Vial en la ciudad de Bogotá, D.C. Manual desarrollado por Cal y Mayor y Asociados, S.C. empresa consultora en Ingeniería de Tránsito y Transporte

MARRUGO MARTINEZ, Camilo Enrique. Evaluación de la metodología vizir como herramienta para la toma de decisiones en las intervenciones a realizar en los pavimentos flexibles. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada. Colombia 2014.

PÉREZ, Duván y SERRATO, Francisco. Auditoría de seguridad vial en área urbana, analizada desde la densidad, integrando SIG. Trabajo de grado Ingeniero de Transporte y Vías. Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Colombia 2016

PINILLA VALENCIA, Julián Andrés. Auscultación, calificación del estado superficial y evaluación económica de la carretera del sector puente de la libertad – Malteria desde el K0+000 hasta el K6+000 (Código 5006). Manizales: Universidad Nacional de Colombia. Colombia 2007.

QGIS FOR DESKTOP. La topología en QGis. [en línea]. <http://desktop.qgis.com/es/arcmap/2.16.3/manage-data/topologies/topology-in-qgis.htm> [citado el 05 de marzo de 2018]

Sitio oficial de Almeida en Boyacá. Nuestro municipio, información general [en línea] [http://www.almeida-boyaca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.almeida-boyaca.gov.co/informacion_general.shtml) [citado el 20 de febrero de 2018]

Sitio oficial de Chivor en Boyacá. Nuestro municipio, información general [en línea] [http://www.chivor-boyaca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.chivor-boyaca.gov.co/informacion_general.shtml) [citado el 20 de febrero de 2018]

Sitio oficial de Guayatá en Boyacá. Nuestro municipio, información general [en línea] [http://www.guayata-boyaca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.guayata-boyaca.gov.co/informacion_general.shtml) [citado el 20 de febrero de 2018]

Sitio oficial de Somondoco en Boyacá. Nuestro municipio, información general [en línea] [http://www.somondoco-boyaca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.somondoco-boyaca.gov.co/informacion_general.shtml) [citado el 20 de febrero de 2018]

SIERRA, Cristian y RIVAS, Andrés. Aplicación y comparación de las diferentes metodologías de diagnóstico para la conservación y mantenimiento del tramo PR 00+000 – PR 01+020 de la vía al llano. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil. Bogotá: Universidad Católica de Colombia. Colombia 2016.

SITJAR SUÑER, JOSEP. Los sistemas de información geográfica al servicio de la sociedad. Tecnología de la información geográfica. Universidad Politécnica de Catalunya. España. 2009

PINILLA VALENCIA, Julián Andrés. Auscultación, calificación del estado superficial y evaluación económica de la carretera del sector puente de la libertad – Maltería desde el K0+000 hasta el K6+000 (Código 5006). Manizales: Universidad Nacional de Colombia. Colombia 2007.

REINA, Yuri y RAMÍREZ, Karen. Boyacá un contraste entre competitividad, desempeño económico y pobreza. Documentos de trabajo sobre economía regional. Centro de Estudios Económicos Regionales (CEER) - Cartagena. Banco de la república ISSN 1692 – 3715 Núm. 245 Colombia 2016.